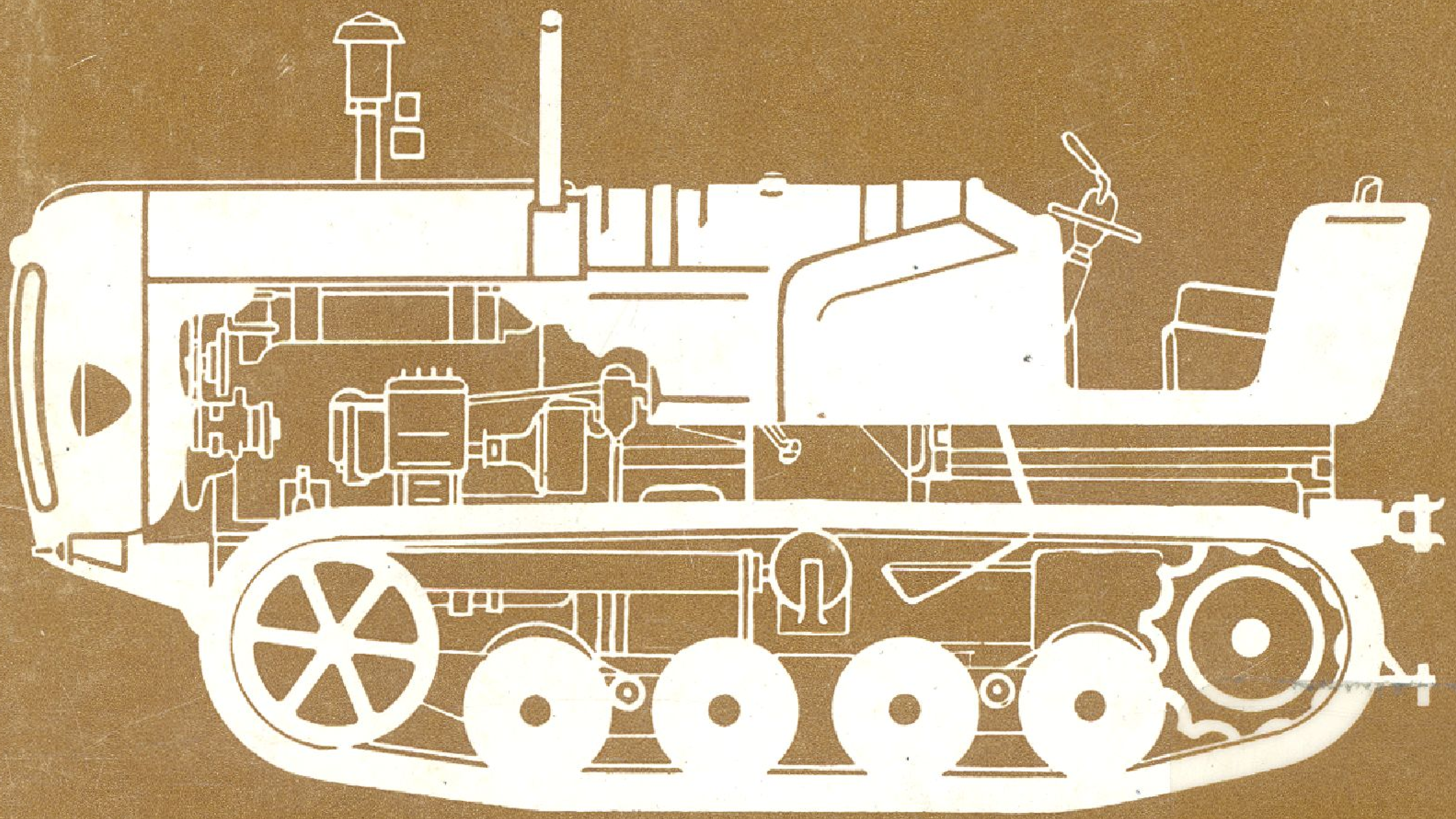
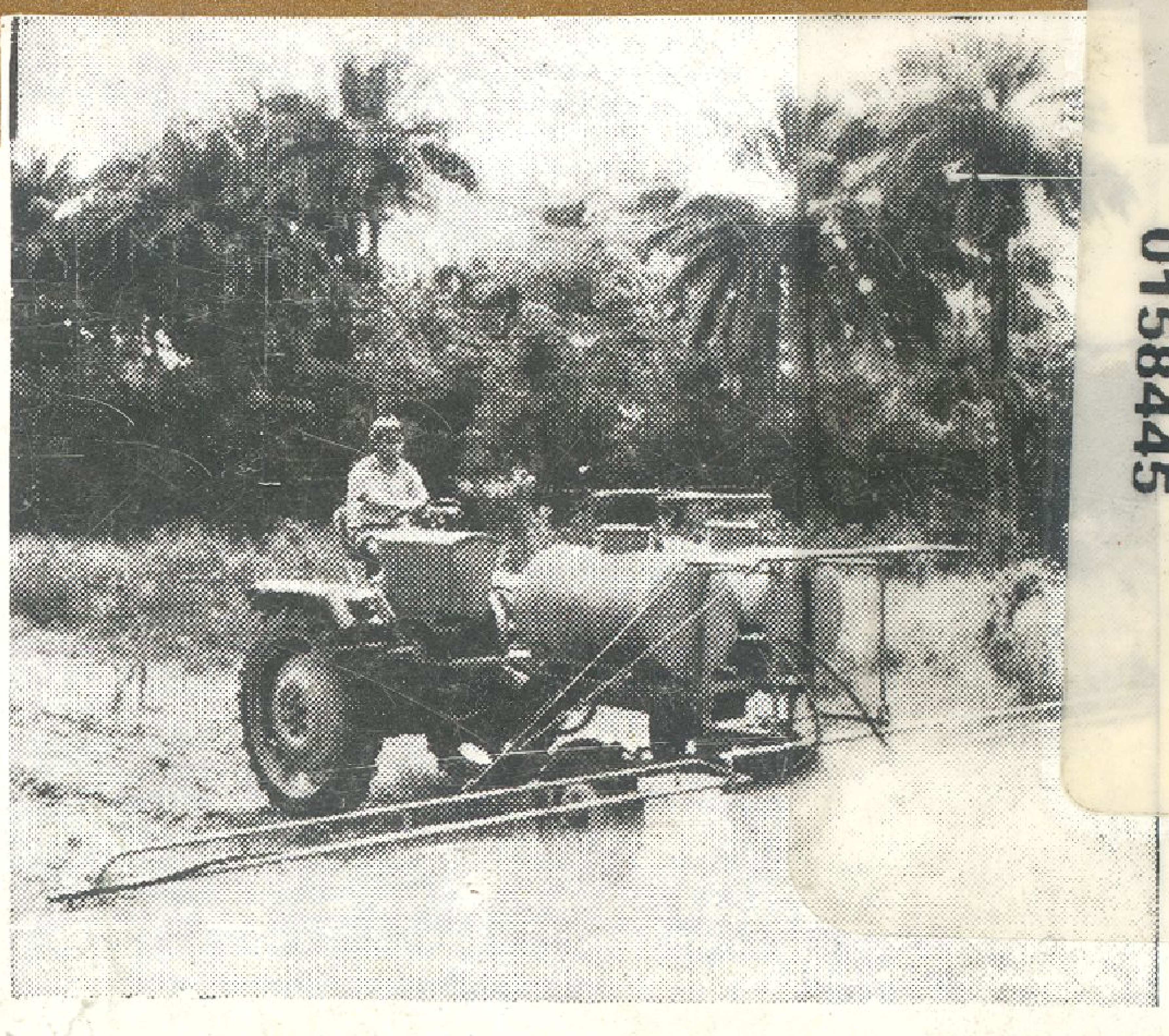
هنـــدسة الجـــرارات





الأســـس
التكنـــولوچيـة

مكتبة الإسكندرية
Bibliotheca Alexandrina
0158445

اهداءات ١٩٩٨
مؤسسة الأهرام للنشر والتوزيع
القاهرة

الجرارات

General Organization of the Alexandria Library (GOAL)
Bibliotheca Alexandrina

مؤسسة الأهرام بالقاهرة
المؤسسة الشعبية للتأليف بليبزج

Edition Leipzig and Al-Ahram Cairo

الأسس التكنولوجية
الترجمة العربية بإشراف
دكتور مهندس أنور محمود عبد الواحد

هندسة الجرارات

تأليف : يواقيم كونراد
ترجمة : المهندس محمد عبد المجيد نصار

c) Edition Leipzig, German Democratic Republic
Arabian Edition by Al-Ahram Cairo

Printed by AL-AHRAM, CAIRO

هذا الكتاب هو الترجمة الكاملة لكتاب

MANUAL OF TRACTORS
by Joachim Konrad

من سلسلة : **TECHNICAL FUNDAMENTALS**

تصـــدير

هذه السلسلة — الأسس التكنولوجية — ثمرة تعاون وثيق هادف بين دارين من أكبر دور النشر العالمية ، إحداهما دار النشر فى ليبزج Edition Leipzig ، والثانية مؤسسة الأهرام .

وقد تضافرت جهود الدارين على تحقيق النشر العربى لهذه السلسلة الرفيعة التى لقيت كتبهـا المنشورة بالإنجليزية والفرنسية والأسبانية إقبالا منقطع النظير . ولا عجب أن تنتقى مؤسسة الأهرام هذه السلسلة بالذات لتكون طليعة نشاطها فى مجال النشر العلمى والتكنولوجى .

فالمتصفح لأى كتاب من كتب السلسلة ، أو المستعرض لعناوين الكتب التى صدرت منهـا حتى الآن ، يجد أن التخطيط لهذه السلسلة يقوم على تبصر عميق باحتياجات الطبقة العريضة من الملاحظين والفنيين الذين يمثلون عصب الإنتاج الصناعى وقوته الكامنة الحقيقية . لذلك فإن دار النشر فى ليبزج قد عهدت إلى أعلام التأليف التكنولوجى فى جمهورية ألمانيـا الديموقراطية بتصنيف كتب هذه السلسلة ، كما عهدت مؤسسة الأهرام إلى خيرة المهندسين ورجال العلم ممن لهم نشاط واسع فى مجال الترجمة الفنية للقيام بهذه المهمة .

وواقع الأمر أن فائدة هذه السلسلة غير مقصورة على الملاحظين والفنيين فحسب ، بل هى بالغة الأهمية أيضاً للمهندسين الذين يبتغون توسيع آفاق خبراتهم بالاطلاع على التخصصات الأخرى ، ولغير الفنيين الذين يريدون أن تتكامل معلوماتهم فى مختلف المجالات التكنولوجية .

أنور محمود عبد الواحد

تقـــديم

مما يسترعى الانتباه هذا العدد الضخم من الجرارات المستخدمة فى المجالات الزراعية المختلفة ، أو فى نقل الأحمال والأثقال ، أو إزاحة الكتل الهائلة من الأرض . إن الجرارات لا تخلص الإنسان من المجهودات الجسمانية الشاقة فحسب ، بل وتؤدى الأعمال التى تتطلب هذه المجهودات فى وقت أقل بكثير . كما أن الجرارات هى الوسائل الحديثة العامة الأغراض التى يزداد التنوع فى استخدامها بتطويرها وتزويدها بالملحقات المختلفة. ولإمكانات التطوير فى الجرارات ، أو تحويلها ، أهمية بالغة — وخاصة فى مجالات الزراعة — نظراً لأنها تؤثر على استخدام الجرارات فى كل من الحقول والمزارع فى أى فصل من فصول السنة .

وفى خلال نصف قرن من الزمان أمكن تطوير الجرارات ، التى تشاهد اليوم فى كل مكان بأشكالها وأنواعها الحديثة ، من بدايات وتصميمات بسيطة . وتتطلب الظروف فى الوقت الحاضر استخدام جرارات بتصميمات معقدة لمقابلة المتطلبات الكثيرة التنوع . ومن ثم فإن التشغيل الجيد الدقيق للجرارات ، وصيانتها وفقاً للقواعد الصحيحة ، يتطلبان من سائقى الجرارات أو أصحابها معرفة خاصة . وفضلا عن ذلك فإنه من المتوقع أن يقوم هؤلاء بإصلاح الأعطال البسيطة ، التى قد يصادفونها فى أثناء التشغيل ، بالاستعانة بالعدد التى تكون متاحة معهم فعلا عند حدوث هذه الأعطال .

وهذه الأعمال المتنوعة والمعقدة إلى حد ما هى التى دعت دولا صناعية عديدة إلى اعتبار قيادة الجرارات ، وما يرتبط بها من أعمال للصيانة ، مهنة خاصة يتم تدريسها والتدريب عليها لمدة عامين أو ثلاثة أعوام ، مثلها مثل أية مهنة أخرى خاصة فى مجالات تشغيل المعدن أو الهندسة الكهربائية .

وهذا الكتاب يهم الفنيين والتكنولوجيين ، كما يهم بصفة خاصة سائقى الجرارات وأصحابها الذين يستطيعون قيادتها وتشغيلها ، ويرغبون فى تنمية معلوماتهم ومعرفتهم بالكيفية التى تعمل بها ، ووظائف محركاتها ، ومكوناتها . لذلك يوجه الكتاب عناية خاصة إلى وصف تصميم المحركات وطريقة عملها ووظائف مكوناتها . فالمحرك هو قلب الجرار ، ولا يمكن لأى جرار العمل بدون محرك جيد يعول على أدائه . وقد تعترض هذا الأداء فى الغالب بعض الأعطال ، إلا أنها أعطال بسيطة يرجع معظمها إلى الصيانة غير الصحيحة للمحرك . ويتطلب التخلص من هذه الأعطال غالباً مجهودات بسيطة يتوقف مقدارها على السرعة فى تحديد العطل . وباستعراض

الواجبات الشاقة التى يؤديهـا المحرك يتضح أن مجرد هذه الأعطال البسيطة فيه قد تؤدى بسرعة إلى حدوث تلفيات جسيمة يتطلب إصلاحها وقتاً طويلا وتكاليفها باهظة . وليس المحرك وحده هو الذى يجب مراجعته والكشف عليه وصيانته فى فترات منتظمة ، بل وكذلك مجموعات نقل الحركة ومجموعات الحركـة .

فينبغى على سائق الجرار مثلا معرفة الفترات التى يجب عليه فيهـا إعادة ضبط القابض (الدبرياج) ، وجهاز التوجيه والقيادة ، والفرامل ، وكذلك كيفية تنفيذ هذه العمليات .

لهذا السبب يتضمن هذا الكتاب ملاحظات وملخصات عديدة ، وردت خلال فصوله وفى نهـاية كل موضوع من موضوعاتهـا ، تتعلق بعمليات الصيانة والإصلاح . وهنا ينبغى القول والتأكيد بأن هذه الملخصات تمثل تصنيفاً وتجميعاً دقيقين للملاحظات والخبرات العملية النافعة لسائق الجرارات . ولا يعنى ذلك إمكان الاستغناء عن العمال المهرة والخبراء المتخصصين بورش الإصلاح ، فهؤلاء لا يمكن الاستغناء عنهم نظراً لمـا يتوافر لديهم بورشهم من عدد ومعدات ودلائل تشغيل ورباطات ومكنات إصلاح خاصة .

وبمرور الوقت ابتكرت وطورت تصميمات عديدة ومتنوعة للجرارات على أساس الاستخدامات المختلفة لهـا . وعلى الرغم من أن هذه التصميمات يمكن حصرها فى عدد قليل من التصميمات الرئيسية النمطية ، إلا أنهـا تختلف عن بعضهـا البعض — لى حد كبير فى بعض الحالات — من حيث التشغيل والصيانة والإصلاح . لذلك يجب على سائق الجرار أن يدرس بتمعن كتيب التعليمات وإرشادات التشغيل الوارد مع الجرار الذى يعمل عليه ، مع الالتزام بما جاء به — وينطبق هذا بصفة خاصة على التعليمات والإرشادات المتعلقة بفترة التدوير الأول (التليين) وكذلك التزييت والتشحيم فى فترات منتظمة ، وتغيير الزيوت ، والضغوط الصحيحة لنفخ الإطارات .

ويجب عدم الإهمال فى تزييت الجرار وتشحيمه بصفة منتظمة وبشكل كاف ، مع مراعاة استخدام الدرجات المناسبة من الزيوت والشحومات . فعلى سبيل المثال ينبغى تشحيم عمود مروحة التهوية دائماً بشحم ذى درجة انصهـار عالية . ويحتوى كتيب إرشادات التشغيل ، المسلم مع كل جرار ، على خريطة التزييت والتشحيم المناسبة لنوع الجرار المستخدم لتسهيل تحديد مواضع التزييت والتشحيم ، وتمكين السائق من متابعة التزييت والتشحيم فى الفترات المحددة . وفيما يلى مثال لخريطة تزييت وتشحيم تبين المواضع المختلفة للتزييت والتشحيم وتوقيتاته والمواد الواجب استخدامها لهذا الغرض .

وتتوقف توقيتات التزييت والتشحيم ، وتغيير الزيوت ، واستهلاك الوقود ، على عدد ساعات التشغيل . وفى حين نجد أن عربات النقل (اللوارى) وسيارات الركوب تتوقف فيهـا

△ تزييت وتشحيم بعد كل ٥ ساعات من ساعات التشغيل

١ ذراع التوجيه المفصلية التحكمية

٢ المسمار الرئيسى لمحور دوران العجلة الأمامية.

٣ بنز المحــور الأمامى

٤ مرشح الزيت

٥ رشح السائل الهيدروليكي

□ تزييت وتشحيم بعد كل ١٠ ساعات من ساعات التشغيل

٦ علبة المرفق (يستكمل الزيت بها)

٧ العجلتان الأماميتان

٨ ذراع الازدواج (عمود الدرب)

٩ عمود الفرملة

١٠ عمود القابض (الدبرياج)

١١ عمود الفرملة

١٢ ذراع التوجيه الهـابطة

١٣ عمود كامة الفرملة

١٤ عمود المرفاع الميكانيكى

١٥ المروحة

١٦ مرشح الهواء (ينظف ويستكمل الزيت به إذا لزم الأمر)

١٧ عمود التشغيل الأمامى

○ تزييت وتشحيم بعد كل ٥٠ ساعة من ساعات التشغيل

١٨ عمود القيادة والتوجيه

١٩ المنظم

٢٠ خزان السائل الفرملى (يستكمل السائل به)

٢١ عمود الإدارة

٢٢ يايات المقعد

٢٣ مضخة حقن الوقود (يستكمل زيت الموتور بها)

وعلاوة على ذلك تزيت جميع الأجزاء المتحركة الأخرى التى لم يرد ذكرها .

◇ تزييت وتشحيم بعد كل ١٥٠ ساعة من ساعات التشغيل

٢٤ مضخة نفخ الإطارات (يستكمل زيت الموتور بها)

٢٥ صندوق تروس تغيير السرعات (الجير بوكس) (يستكمل زيت التروس به)

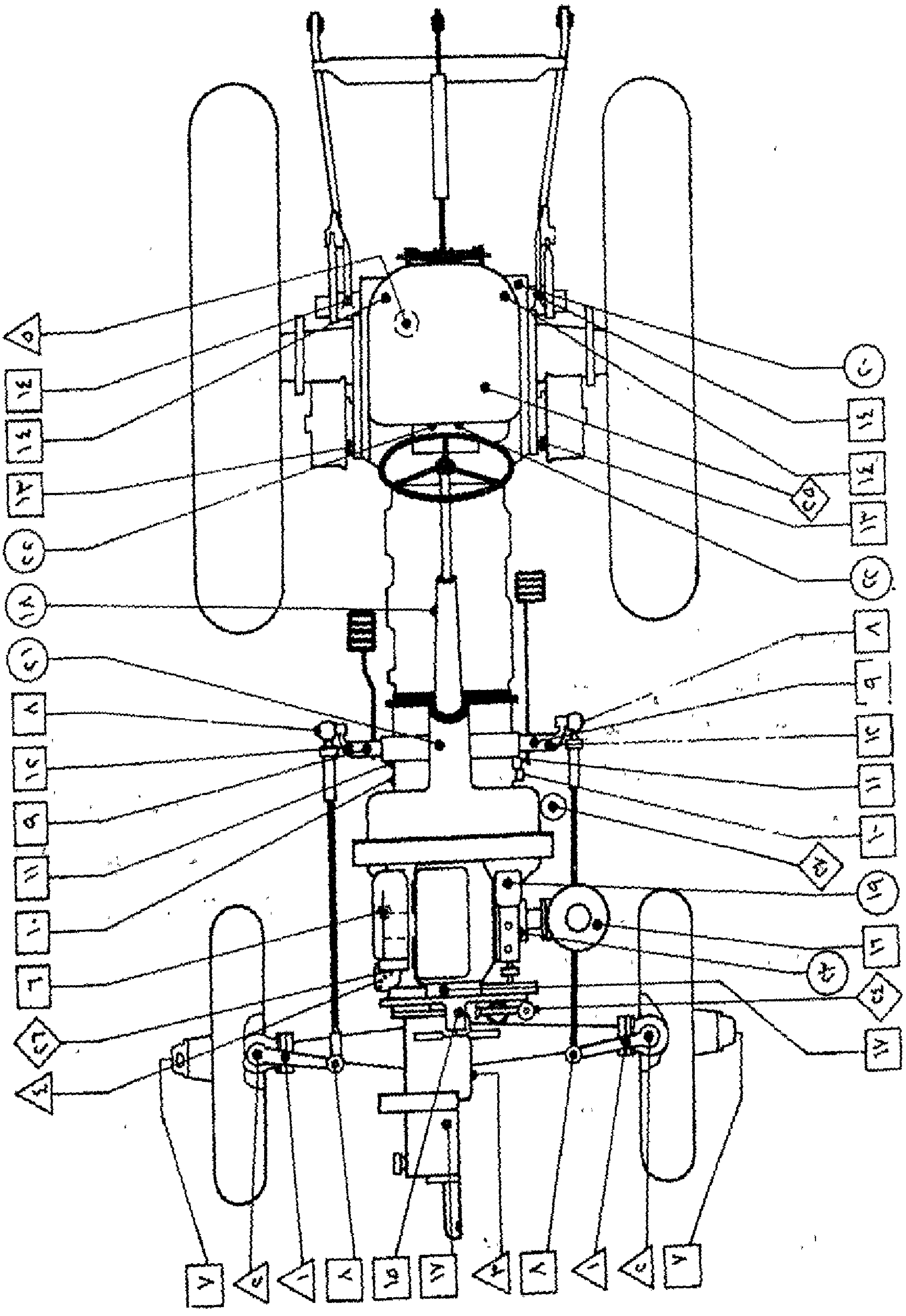
٢٦ موتور بدء الحركة (المـارش)

٢٧ مرشح الوقــود

وعلاوة على ذلك يجب تصريف الزيت الموجود بعلبة مرفق المحرك وتغييره بعد كل ١٥٠ ساعة من ساعات التشغيل .

وبعد كل ١٠٠٠ ساعة من ساعات التشغيل يجب تصريف الزيت الموجود بصندوق تروس تغيير السرعات (الجير بوكس) ، وبمبيت المرفاع الهيدروليكى ، وتغييره .

توقيتات الخدمة والصيانة على المسافة المقطوعة ، تتوقف هذه التوقيتات بالنسبة للجرارات على عدد ساعات التشغيل ونوع العمل المطلوب تأديته . ويعتبر ذلك منطقياً إذا أخذنا فى الاعتبار – على سبيل المثال – المعدات المركبة بالجرار ، التى تستمد حركتها من عمود التشغيل الخارجى ، أو تشغيل الجرار بسرعة الزحف . ومن المعروف أن التكاليف الأساسية للجرار مرتفعة .



والتشغيل السليم للجرار ، والصيانة الصحيحة له ، لهما أهميتهما البالغة فى تهيئة أنسب الظروف لتشغيل الجرار فى أى وقت . لذلك فمن الجدير بسائق الجرار التعرف على محرك جراره والنواحى الفنية المتعلقة بتشغيله والعمليات التى تحدث فى مكوناته المختلفة . وكتاب فى هذا الحجم لا يمكن أن يتناول جميع أنواع الجرارات ومكوناتهـا المختلفة ، فذلك يتطلب شرحاً مطولا وعملا موسوعياً . لذلك يقتصر هذا الكتاب على شرح المبادئ الأساسية لهـا ، بالإضافة إلى الملاحظات المتعلقة بصيانتهـا والإصلاحات البسيطة بهـا .

وقد افترض المؤلف بأن قارئ هذا الكتاب غير ملم بكثير من المعلومات النظرية ، لذلك فقد اهتم بتضمينه العديد من الرسومات التوضيحية التى تساعد على استيعاب المعلومات الفنية ، وخاصة تلك المتعلقة بالمحرك وتشغيله ، وهما أكثر الموضوعات تعقيداً فى الغالب .

وقد تحف بقيادة الجرارات وبعض أعمال الصيانة والإصلاحات المتعلقة بهـا بعض المخاطر واحتمال وقوع حوادث . لذلك يتضمن الكتاب بعض الملاحظات التى تستهدف منع حدوثهـا والوقاية منهـا . ويجب على سائق الجرارات مراعاة أن الالتزام بالتعليمات والقواعد المتعلقة بالأمان والوقاية من الحوادث ، هو وحده المنقذ لهم ولمن حولهم من الضرر والأذى . كما أن المعرفة التامة بتصميمات الجرارات ، وطرق عمل مكوناتهـا المختلفة ، لهـا دور كبير وأهمية فى الوقاية من الحوادث .

المحتويات

صفحة

مقـــدمة ٨

الفصل الأول : الأنواع الرئيسية للجرارات ٢٥

١ – عـــام ٢٥

٢ – الجرارات ذوات العجلات ٢٥

(ا) الجرارات المألوفة (النمطية) ٢٥

(ب) جرارات المعدات ٢٨

(ج) الجرارات ذوات العجلتين ٢٨

٣ – الجرارات المجنزرة ٢٩

الفصل الثانى : المكونات الرئيسية للجرار ٣١

الفصل الثالث : محركات الاحتراق الداخلى : عملها ، ودوراتهـا ٣٥

١ – عـــام ٣٥

٢ – المحركات الرباعية الأشواط ٣٨

(ا) التصميم وطريقة العمل ٣٨

(ب) العمليات التى تحدث فى أسطوانة المحرك الرباعى الأشواط ٣٩

(ج) خصائص الدورة الرباعية الأشواط ٤١

٣ – المحركات الثنائية الأشواط ٤٢

(ا) التصميم ٤٢

(ب) العمليات التى تحدث فى علبة المرفق ، والأسطوانة ، بالمحرك الثنائى الأشواط ٤٤

(ج) خصائص الدورة الثنائية الأشواط ٤٥

(د) المحركات الديزل الثنائية الأشواط ٤٥

الفصل الرابع : مكونات المحرك ووظائفها ٤٦

١ – عـــام ٤٦

٢ – كتلة المحرك ٤٩

(ا) كتلة الأسطوانات ٤٩

صفحة

(ب) علبة المرفق ٥١
(ج) رأس الأسطوانات (وش السلندر) ٥٢
(د) حوض الزيت (الكارتير) ٥٢
(هـ) ملاحظات تتعلق بالصيانة والإصلاح ٥٢
٣ – المجموعة المرفقة ٥٥
(ا) الكباس وبنز الكباس ٥٥
(ب) ذراع التوصيل (البيل)... ... ... ٥٩
(ج) العمود المرفقى والحدافة (الفولان) ٦١
(د) ملاحظات تتعلق بالصيانة والإصلاح ٦٣
٤ – مجموعة توقيت حركة الصمامات ٦٧
(ا) عـــام ٦٧
(ب) طرق توقيت الحركة ٦٧
(ج) الصمامات ، ويايات الصمامات ، ودلائل الصمامات ٦٩
(د) ذراع الدفع ، والذراع المترجحة ، والرافعة... ... ... ٧٣
(هـ) أصبع الصمام الغمازة ٧٤
(و) عمود الكامات ٧٥
(ز) ملاحظات تتعلق بالصيانة والإصلاح ٧٥
٥ – دورة الوقود ٨٤
(ا) خزان الوقود ، وخطوط الوقود ٨٤
(ب) الإمداد بالوقود بالتغذية الجبرية ٨٧
(ج) ترشيح الوقود ٩٠
(د) ملاحظات تتعلق بالصيانة والإصلاح ٩٥
٦ – المغذى (الكاربوراتير) ٩٦
(ا) التصميم وطريقة العمل ٩٦
(ب) الترتيبات الخاصة فى المغذى ١٠٠
(ج) تنظيف المغذى ١٠٢
(د) ملاحظات تتعلق بالصيانة والإصلاح ١٠٢
٧ – معدات الحقن بالوقود فى المحركات الديزل ١٠٤
(ا) التصميم وطريقة العمل ١٠٤
(ب) مضخة الحقن بالوقود ١٠٩

صفحة

(ج) فوهة (فونية) الحقن ١١٦

(د) ملاحظات تتعلق بالصيانة والإصلاح ١١٦

٨ - مرشح الهواء ١٢٠

(ا) عام ١٢٠

(ب) المرشح الجاف ١٢١

(ج) المرشح ذو الحمام الزيتي ١٢٢

(د) ملاحظات تتعلق بالصيانة والإصلاح ١٢٤

٩ - تبريد المحرك ١٢٥

(ا) عام ١٢٥

(ب) التبريد بالهواء ١٢٦

(ج) التبريد بالماء ١٢٧

(د) المشع (الرادياتير) ١٣٢

(ه) وسائل تنظيم درجة حرارة مياه التبريد ١٣٣

(و) ملاحظات تتعلق بالصيانة والإصلاح ١٣٥

١٠- تزييت المحرك ١٤٠

(ا) عام ١٤٠

(ب) نظم (دورات) التزييت ١٤٢

(ج) مرشحات الزيت ١٤٥

(د) ملاحظات تتعلق بالصيانة والإصلاح ١٤٧

١١- المعدات (المجموعات) الكهربائية ١٤٨

(ا) عام ١٤٨

(ب) البطارية الاختزانية ١٤٩

(ج) المولد الكهربائي (الدينامو) ١٥٠

(د) موتور بدء الحركة (المارش) ١٥٢

(ه) مجموعة توزيع القدرة (القوى) الكهربائية ١٥٤

(و) معدات (وسائل) الإضاءة ١٥٧

(ز) الملحقات واللوازم الكهربائية... ... ... ١٥٨

(ح) ملاحظات تتعلق بالصيانة والإصلاح ١٥٨

١٢- نظام الإشعال في المحركات البنزين ١٦١

صفحة

(ا) عـــام ١٦١
(ب) ملف (بوبينة) الإشعال ١٦٢
(ج) قاطع التلامس ، والمكثف (الكوندنسر) ١٦٣
(د) توقيت الإشعال والتحكم فيه ١٦٤
(هـ) موزع الإشعال (الأسبراتير) ١٦٥
(و) شمعات الشرر (البوجيهـات) ١٦٦
(ز) ملاحظات تتعلق بالصيانة والإصلاح ١٦٩
الفصل الخامس : مجموعات نقل الحركة ١٧٢
١ - عـــام ١٧٢
٢ - القابض (الدبرياج) ١٧٢
(ا) عـــام ١٧٢
(ب) أنواع القوابض ١٧٤
(ج) ملاحظات تتعلق بالصيانة والإصلاح ١٧٨
٣ تروس تغيير السرعات ١٧٩
(ا) عـــام ١٧٩
(ب) تصميمها ووظيفتهـا ١٨٠
(ج) ترس سرعة الزحف ١٨٣
(د) ملاحظات تتعلق بالصيانة والإصلاح ١٨٣
٤ - مجموعة التروس الفرقية ومجموعة الإدارة النهائية ١٨٤
(ا) عـــام ١٨٤
(ب) مجموعة إدارة المحور (الأكس) ١٨٥
(ج) مجموعة التروس الفرقية ١٨٥
(د) مجموعة الإدارة النهائية ١٨٩
(هـ) ملاحظات تتعلق بالصيانة والإصلاح ١٨٩
٥ - وحدات (أعمدة) التشغيل الخارجى ١٨٩
(ا) عـــام ١٨٩
(ب) وسائل إدارة وحدات (أعمدة) التشغيل الخارجى ١٩١
(ج) الوقاية من الحوادث ١٩٢
الفصل السادس : الهيكل الأساسى للجرار (مجموعات الحركة) ١٩٣
١ - عـــام ١٩٣

صفحة

٢ – السمات المميزة للهياكل الأساسية بالجرارات ذوات العجلات والجرارات المجنزرة ١٩٥
٣ – نظم القيادة والتوجيه ١٩٥
(ا) عـــام ١٩٥
(ب) أنواع أجهزة القيادة والتوجيه بالجرارات ذوات العجلات ١٩٦
(ج) أنواع أجهزة القيادة والتوجيه بالجرارات المجنزرة ٢٠١
(د) ملاحظات تتعلق بالصيانة والإصلاح ٢٠٦
٤ – الفرامـــل ٢٠٨
(ا) عـــام ٢٠٨
(ب) الفرملة الميكانيكية : مكوناتهـا وطريقة عملها ٢١٠
(ج) طريقة عمل الفرملة الهيدروليكية ٢١٥
(د) ملاحظات تتعلق بالصيانة والإصلاح ٢١٦
٥ – المحاور والبايات ٢٢٠
(ا) عـــام ٢٢٠
(ب) المحاور الأمامية ٢٢١
(ج) المحاور الخلفية ٢٢٢
(د) تغيير المسافة بين العجلتين ٢٢٣
(هـ) تغيير الخلوص الأرضي ٢٢٤
(و) البايات ٢٢٥
(ز) ملاحظات تتعلق بالصيانة والإصلاح ٢٢٧
٦ – العجلات ، وقاعدة اللف ، والإطارات ٢٢٩
(ا) عـــام ٢٢٩
(ب) العجلات ٢٢٩
(ج) الملحقات الإضافية الخاصة بالعجلات لمواءمة ظروف التربة الخاصة ... ٢٣٢
(د) الإطـــارات ٢٣٦
(هـ) أوضاع العجلات ٢٤٦
(و) ملاحظات تتعلق بالصيانة والإصلاح ٢٤٧
٧ – الهيكل الأساسي للجرارات المجنزرة ٢٤٩
(ا) المكونات الرئيسية للهيكل الأساسي ووظائفها ٢٤٩
(ب) حركة الجنزير ٢٥٤

صفحة

(ج) ملاحظات تتعلق بالصيانة والإصلاح ٢٥٥

الفصل السابع : المعدات الخاصة فى الجرارات ٢٥٧

١ – عــام ٢٥٧

٢ – قارنات المقطورات ٢٥٨

(ا) القارنة البسيطة ٢٥٨

(ب) القارنة الأتوماتية... ... ... ٢٥٨

(ج) قضبان التوصيل ٢٦٠

٣ – التوصيل بالمعدات – القارنات ٢٦٠

(ا) التعليق من ثلاثة مواضع ٢٦٠

(ب) التعليق من أربعة مواضع... ... ... ٢٦١

٤ – الرافع الميكانيكى للمعدات ٢٦٢

(ا) عــام ٢٦٢

(ب) الرافع الهيدروليكى... ... ... ٢٦٢

(ج) ملاحظات تتعلق بالصيانة والإصلاح ٢٦٣

ه – الأوناش والملحقات الخاصة ٢٦٥

(ا) الونش الحبلى... ... ... ٢٦٥

(ب) الونش الرحوى ٢٦٧

(ج) مجموعات الإدارة بالبكرات ٢٦٧

(د) مضخات نفخ الإطارات ٢٦٨

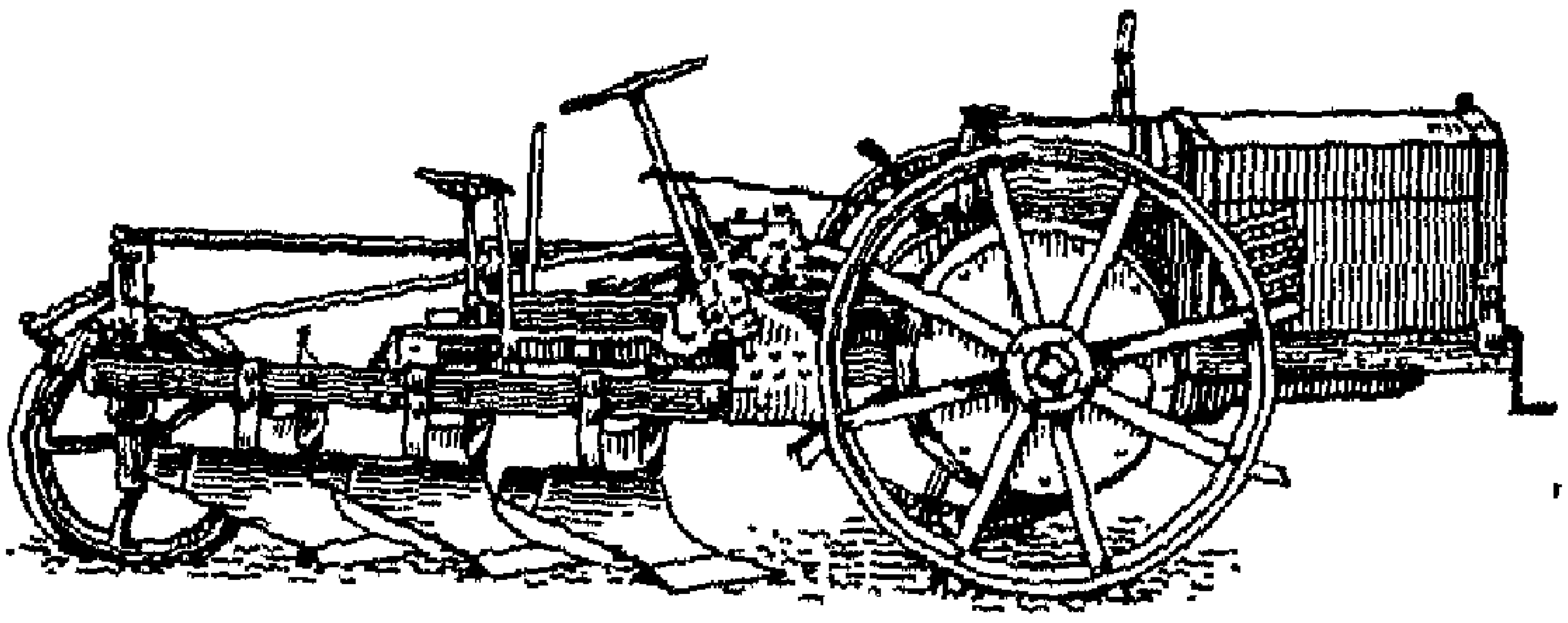
الفصل الثامن : الاستخدام الاقتصادى للجرارات ٢٧٠

الكيلات المستخدمة فى المركبات ٢٧٥

المصطلحات الفنية ٢٩٣

فى النصف الثانى من القرن الماضى استخدم العالمان الألمانيان نيقولا اوتو ، ويوجين لانجر ، محركات الاحتراق الداخلى لأول مرة فى الأغراض الصناعية ، شجعهما على ذلك كثرة الطلب على المحركات الأساسية لتوليد القوى . وقد تفوقت هذه المحركات على المحركات البخارية . ويرجع هذا التفوق بصفة خاصة إلى الخفة بالنسبة لكل من وزنها وحجمها ، فضلا عن استخدامها للوقود الغازى فى بداية الأمر ثم الوقود السائل فيما بعد .

وبعد ذلك بفترة قصيرة استخدمت المحاريث الموصلة مباشرة بمحركات الاحتراق الداخلى فى الحقول . وقد كانت هذه المحاريث تستخدم أساساً لتفتيت التربة الصلبة (شكل ١) ، ثم ذاعت شهرتها بعد استخدامها للعمل كمحاريث ميكانيكية .

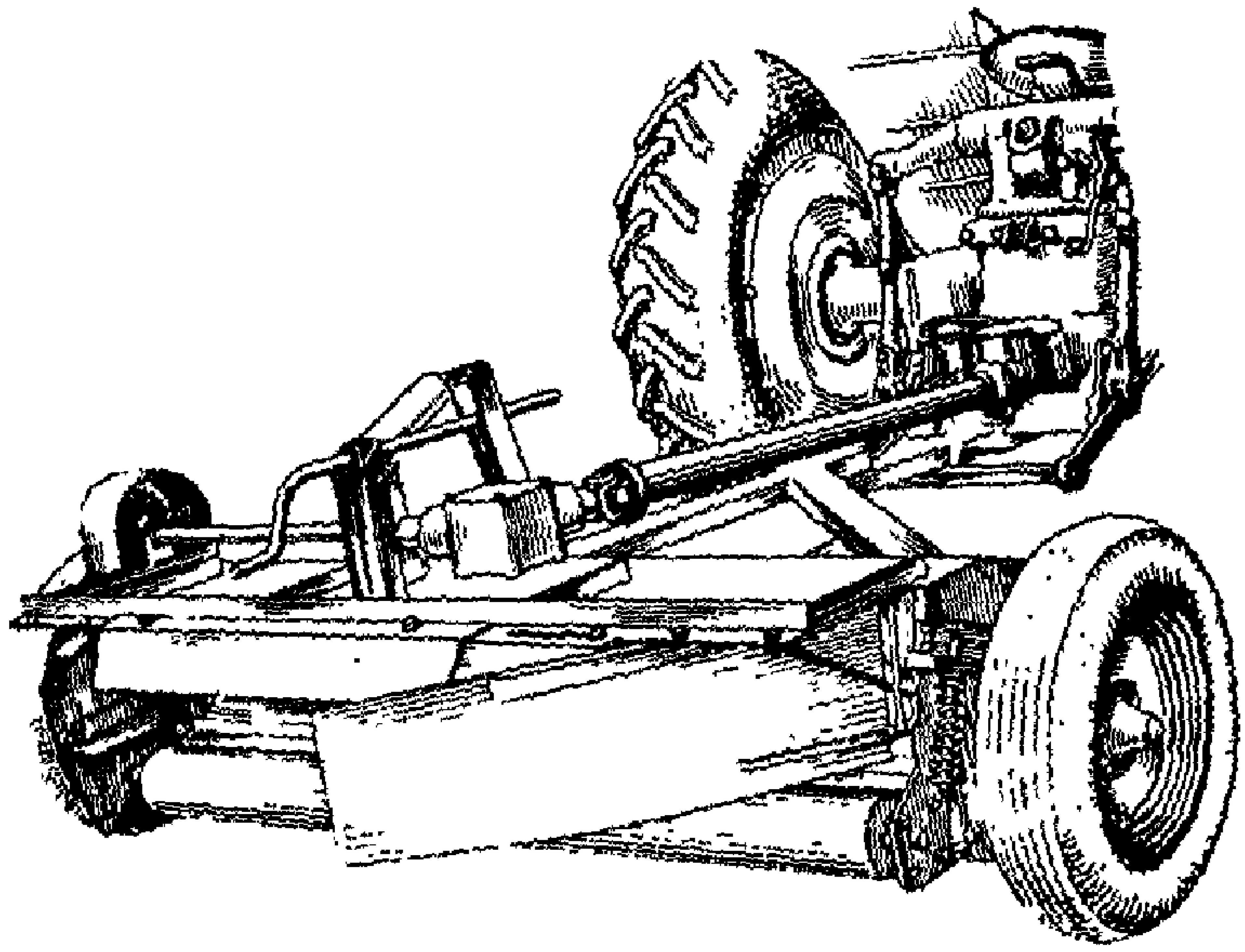


شكل (١) : محراث مزود بمحرك

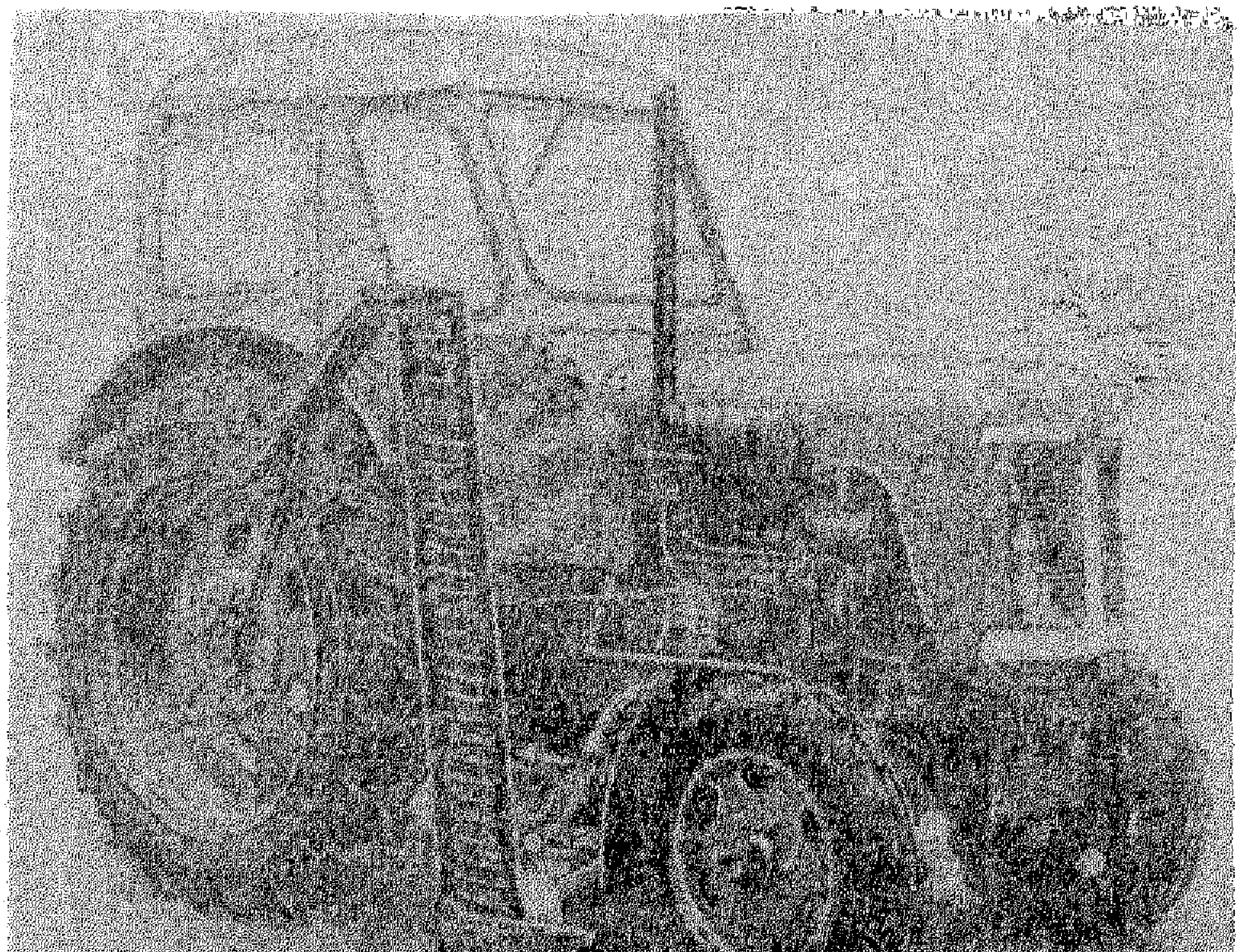
ولم يظل الحرث هو العمل الوحيد الذى يمكن تسهيله باستخدام المركبات القاطرة . فهناك أعمال كثيرة فى كل فرع من فروع الزراعة يمكن تأديتها بالجرارات بشكل أسرع وتكلفة أقل مما لو استخدمت حيوانات الجر المألوفة .

وفى بداية عام ١٩٢٠ تقريباً استخدمت لأول مرة الجرارات ذوات الإطارات (العجلات) الحديدية فى الزراعة ، وفى أعمال الغابات ، كوسائل جر ميكانيكية (بمحركات) . وأمكن بذلك توصيل كثير من معدات الفلاحة بالجرارات لتصبح وسائل زراعية مختلفة ، ومثال ذلك معدات الزراعة الكندية ، ومعدات الحصاد (الحصادات) ، والمسويات ، ومعدات الدرس (النوارج) ، ومعدات الحش ، والمحاريث (المستخدمة فى أعمال النبش والتقليب) .

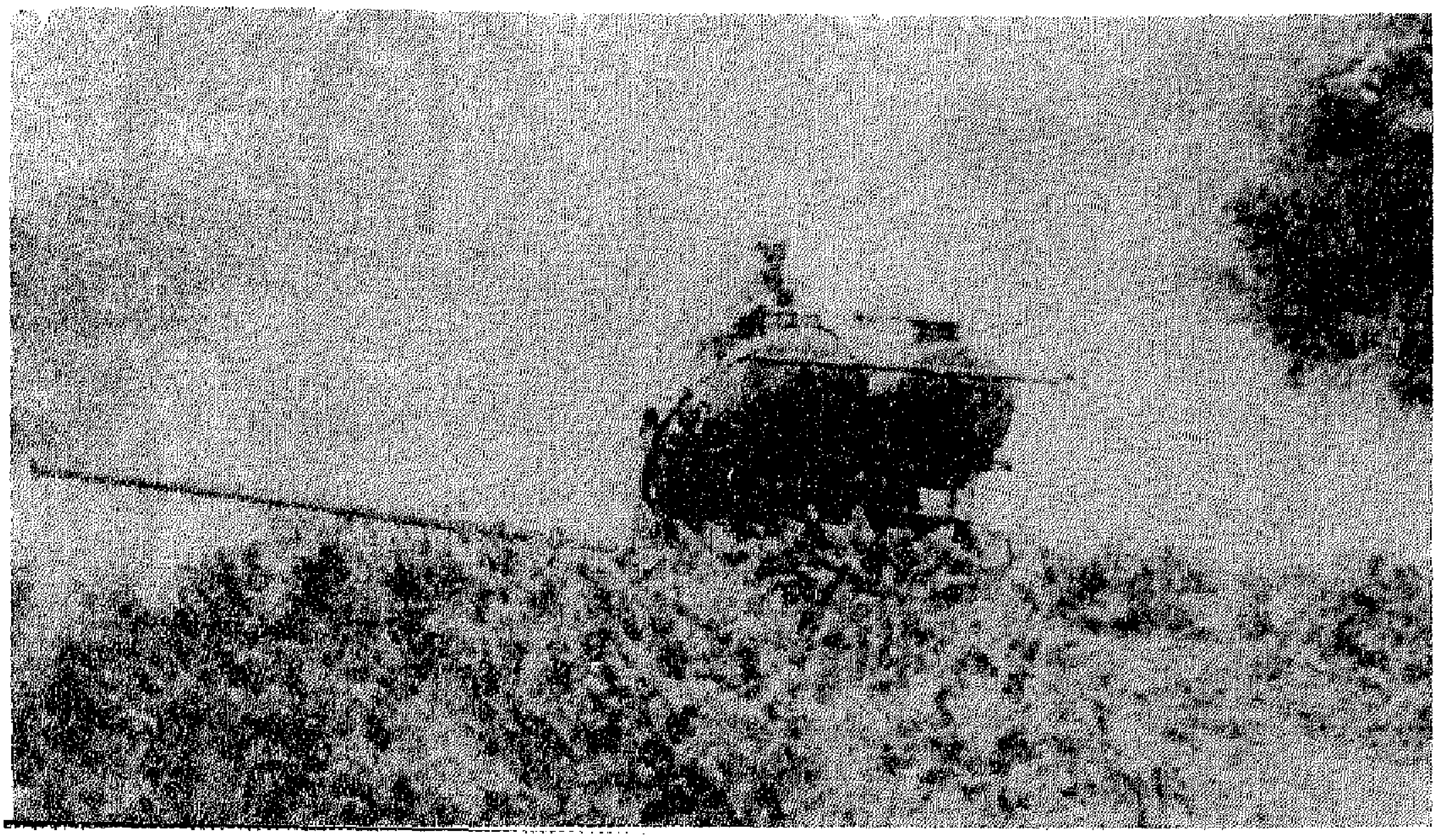
وعلى أية حال فقد ظهرت بتلك الجرارات الأولى عدة عيوب خطيرة . فلم تكن العجلات ذوات الإطارات الحديدية مناسبة للتحرك على الطرق المرصوفة ، فضلا عن أن سرعاتها كانت منخفضة نسبياً . ولاستخدام الجرارات كذلك كمحركات أساسية ثابتة – لمكنات الدرس مثلا – لقد وصلت بها ومعدات إدارة ذوات بكرات وسيور .



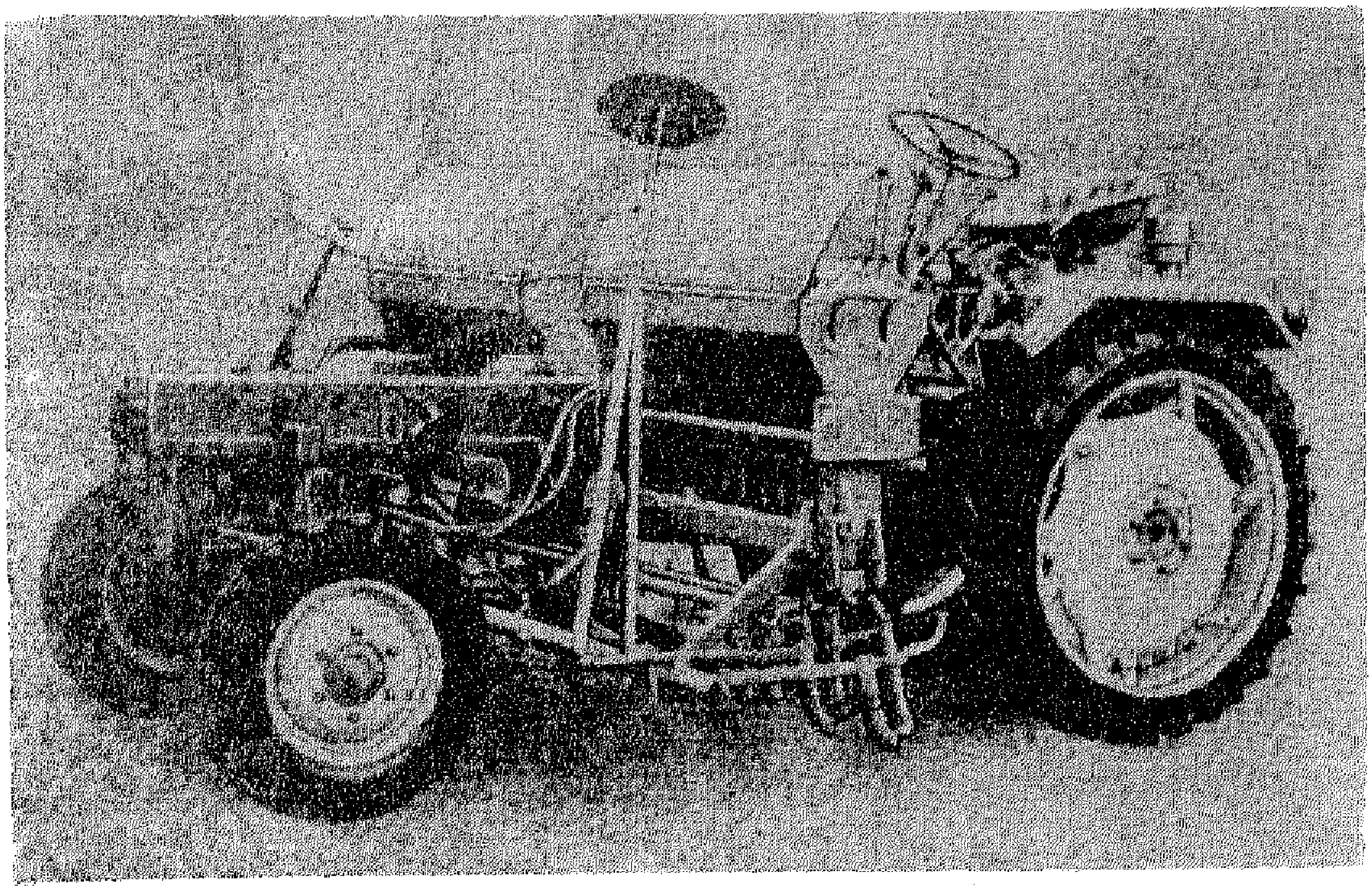
شكل (٢) : إدارة المعدات الزراعية من وحدات نقل الحركة بالجرار عن طريق أعمدة التشغيل الخارجي .



شكل (٣) : جرار ذو عجلات به وسيلة (قضيب) قطع موصلة جانبيا .
(الطرز : فامولاس Famulus 36 . المحرك ديزل رباعي الأشواط ، ٣٠ قدرة حصانية من أنتاج : VEB Schlepperwork Nordhausen)



شكل (٤) : جرار معدات يستخدم فى مكافحة الآفات الزراعية .
(الطرز : RS 09 . المحرك ديزل رباعى الأشواط ذو أسطوانتين ، ١٨ قدرة حصانية ، من إنتاج : VEB Traktorenwerk Schönebeck . التقطت هذه الصورة فى غانا) .



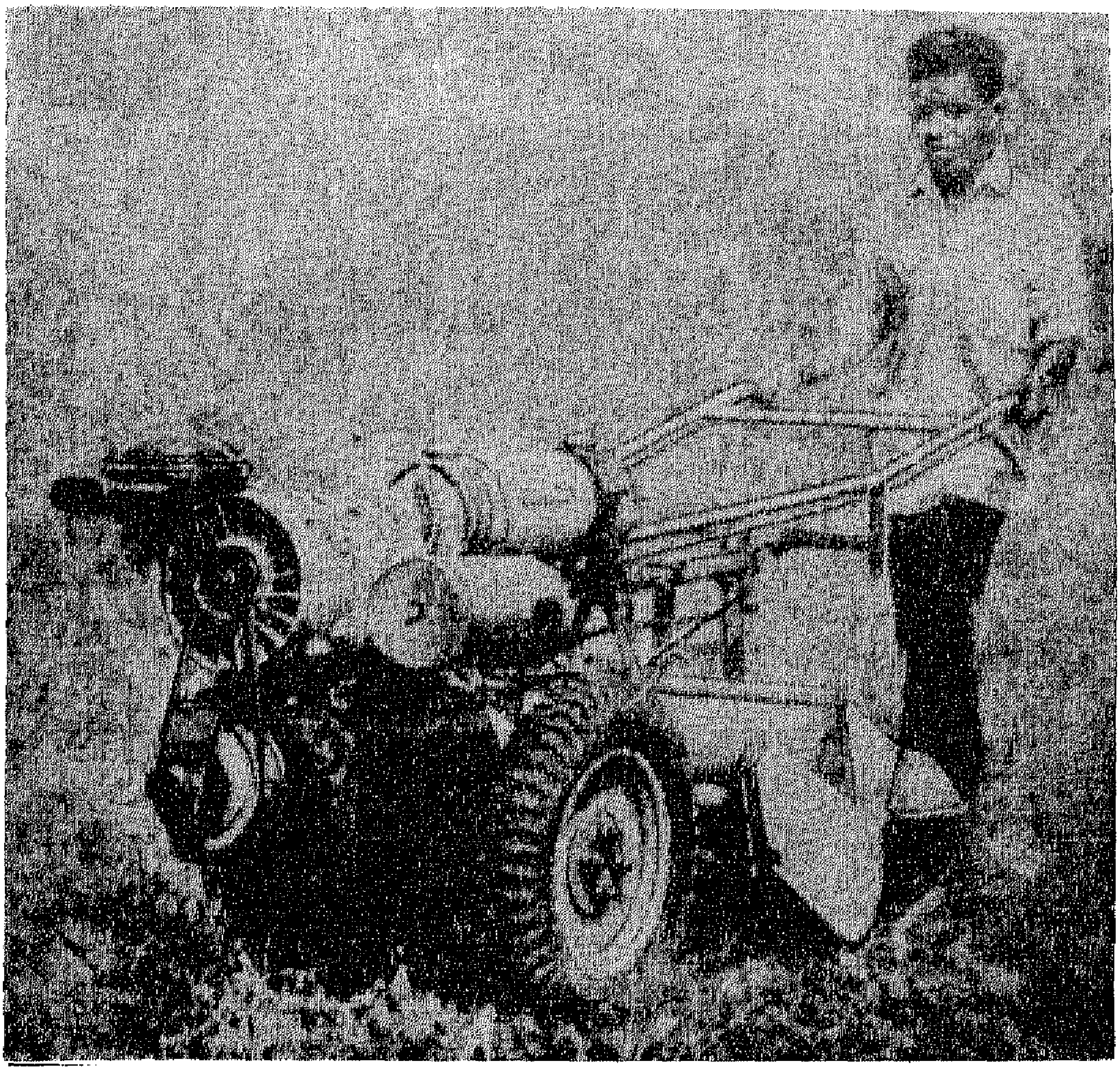
شكل (٥) : جرار معدت به مكنة تثقيب (حفر) .
(طراز الجرار : RS 09 ، وطراز مكنة التثقيب CA 761 Saxonia Bernburg)

وهناك تطوير آخر جوهرى أمكن التوصل إليه بابتكار وحدات (أعمدة) تنقل الحركة والقدرة إلى خارج الجرار ، وتسمى وحدات (أعمدة) التشغيل الخارجى (انظر : مجموعات نقل الحركة) . وتستمد هذه الوحدات (الأعمدة) حركتها من المحرك ، ثم توصل بالمعدات الزراعية عن طريق وسائل توصيل مناسبة (شكل ٢) .

وبهذه الكيفية تستمد المعدات الزراعية حركتها من المحرك . وتزود الجرارات الحديثة بأعمدة من هذا النوع تنقل الحركة منها من الأمام والخلف ومن كلا الجانبين لتحقيق عمليات متنوعة كثيرة .

فأعمدة التشغيل الخلفية يمكن استخدامها مثلا فى تشغيل الجرارات والحصادات فى حين يمكن استخدام أعمدة التشغيل الجانبية لتشغيل وسائل (قضبان) القطع . ولم يتحول الجرار إلى وسيلة عامة الأغراض بالصورة التى هو عليها فى الوقت الحاضر إلا بعد استبدال الإطارات الحديدية . ومن ثم يمكن استخدام الجرار حالياً فى كل من أعمال الحقول ونقل المنتجات الزراعية .

وبفضل الخواص المناسبة للجرارات فقد تعدى مجال استخدامها نطاق الزراعة . فى مجال النقل لمسافات قصيرة تستخدم الجرارات لجر المقطورات ، وخاصة المحملة منها بالبضائع الثقيلة أو الشديدة



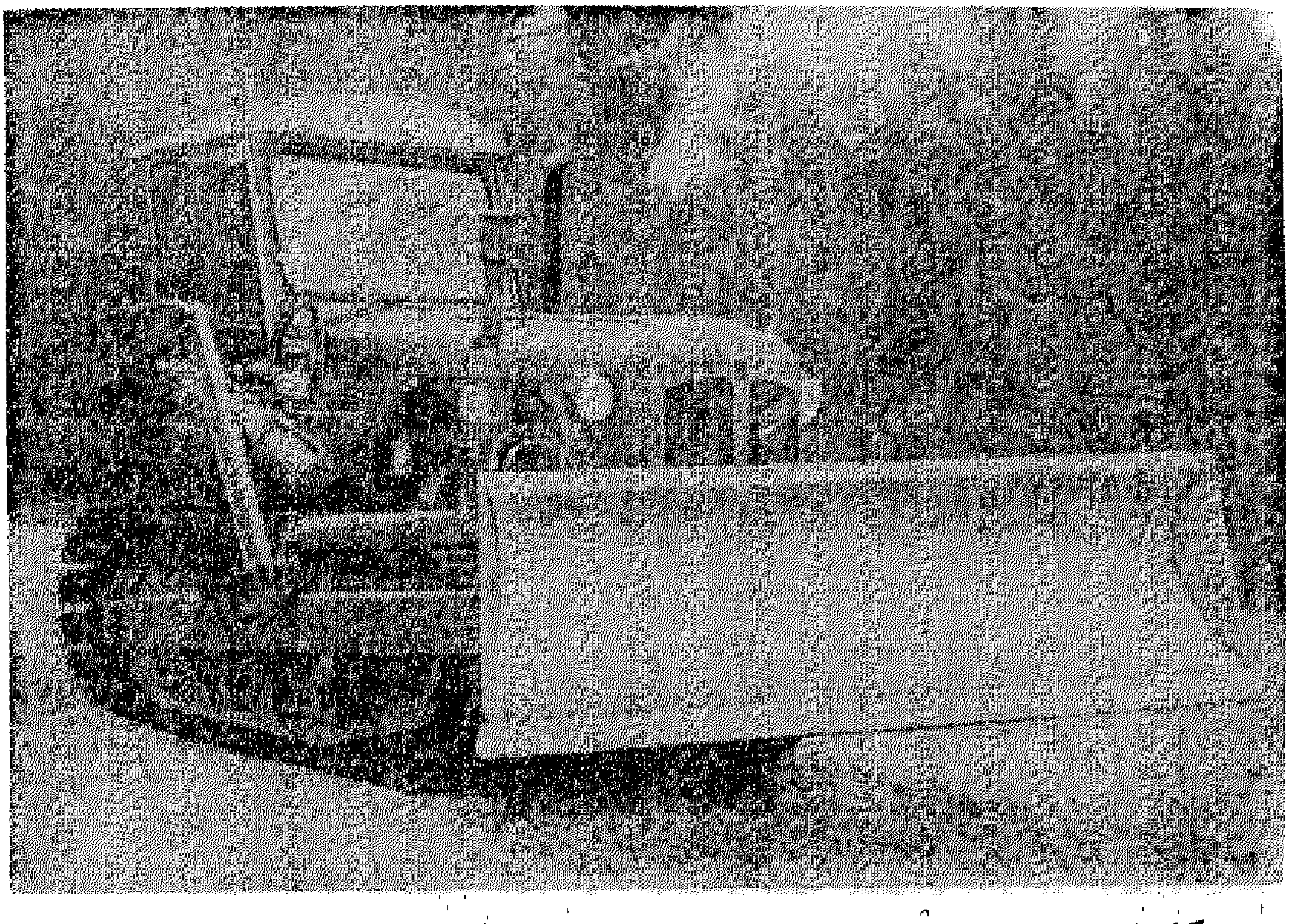
شكل (٦) : جرار بعجلتين يبرد محركه بالهواء

الثقل ، كمخلفات صناعة مواد البناء مثلا والمواد المطلوبة فى مواقع الإنشاءات والتشييدات ، كما تستخدم على الطرق لنقل المعدات الثقيلة . وفى هذه المجالات أثبتت الجرارات صلاحيتها كذلك للاستخدام لفترات طويلة .

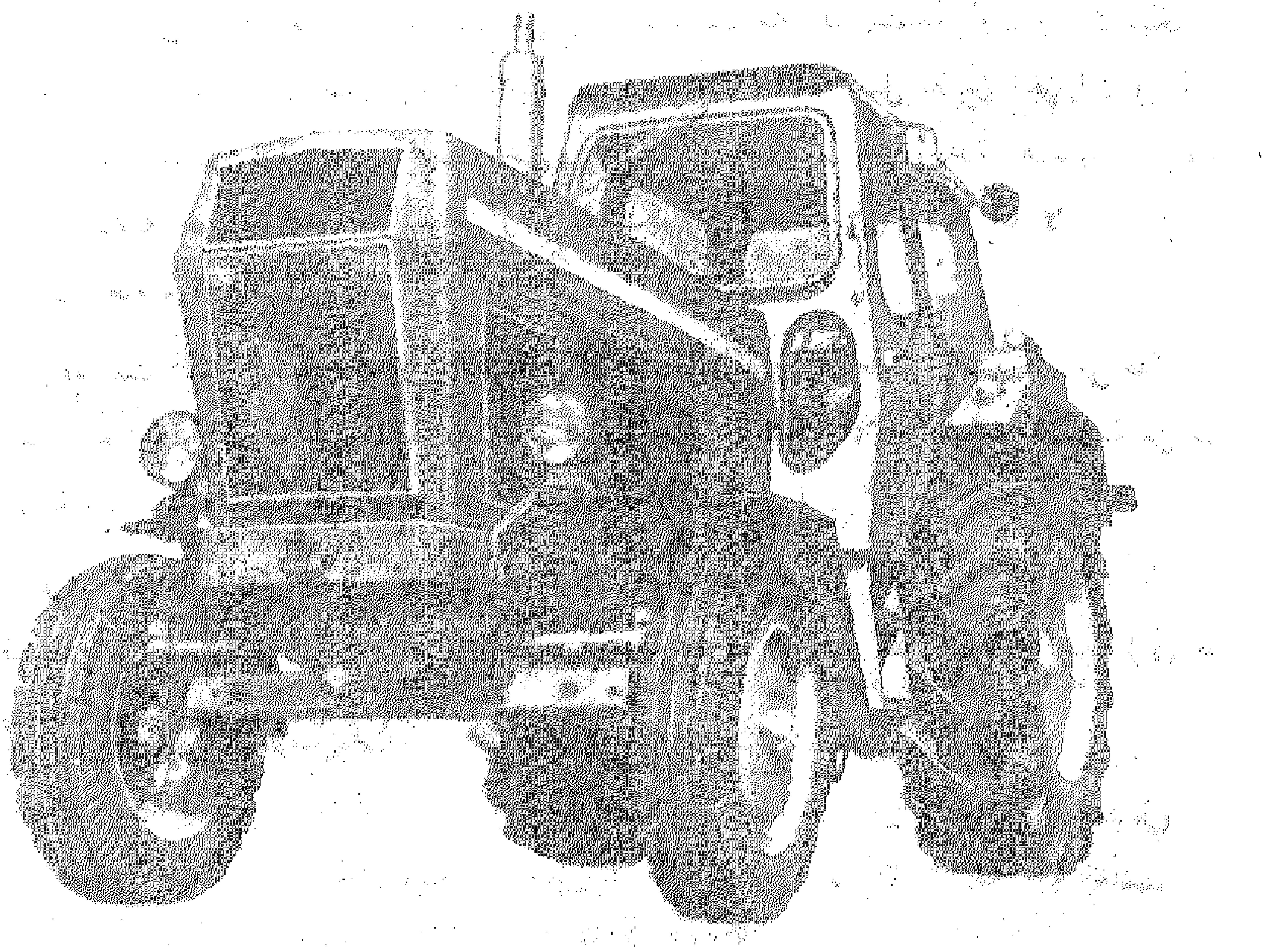
ولم تتوقف التطويرات والتحسينات فى الجرارات بعد استخدام الإطارات المطاطية . فقد صممت الجرارات التى تمكن من توصيل المعدات بين المحورين الأمامى والخلفى بحيث يمكن لسائق الجرار تشغيل المعدات الموصلة بالجرار ، والجرار نفسه ، ومراقبتهما فى وقت واحد (شكل ٢) . وبهذه الكيفية يمكن الاستغناء عن عامل التشغيل الذى كان وجوده ضرورياً لمسك المعدات أو التوابع المجرورة . وقد أصبح هذا النوع من الجرارات شائع الاستخدام بصفة عامة ، وهو يعرف كذلك باسم جرار المعدات .

وقد أمكن تلبية احتياجات الزراعة والصناعة من الجرارات المتنوعة بتصميم جرار المعدات الذى يعتبر أحدث تصميم فى سلسلة تصميمات الجرارات (شكل ٤) .

وهناك إمكانيات أخرى جديدة لجرارات المعدات توسع من نطاق استخدامها . فمنها إمكان تعليق المعدات أمام المحاور أو خلفها ، وكذلك بينها أو فوقها (شكل ٥) .



شكل (٧) : جرار مجنزر مركب به تصل رافع (مجراف) جاهز للعمل فى مجال الإنشاءات . (الطرز : KT-50 . الطاقة حتى ٧٠ م ٣ / ساعة عندما تكون مسافة التحرك ١٠ م بسرعة ٣٫٠ – ٦٫٦ كم /ساعة) .



شكل (٨) : جرار ذو عجلات ، طراز ZT-300

سرعة المحرك :	١٨٥٠	لفة /دقيقة
الحجم المزاح :	٦٥٦٠	سم
القـدرة :	٩٠	قدرة حصانية (ق.ح)

صندوق تروس تغيير السرعات (الجير بوكس) به :

٩ سرعات أمامية

٦ سرعات عكسية

٣ مجموعات من سرعات التحرك ، هى :

– المجموعة الأولى :	السرعة الأولى	٣,١٠	كم /ساعة
	السرعة الثانية	٤,٨٣	»
	السرعة الثالثة	٧,٦٥	»
– المجموعة الثانية :	السرعة الأولى	٣,٨٥	»
	السرعة الثانية	٦,٠٠	»
	السرعة الثالثة	٩,٥٢	»
– المجموعة الثالثة :	السرعة الأولى	١٢,١٠	»
	السرعة الثانية	١٨,٨٥	»
	السرعة الثالثة	٢٩,٩٠	»

الوزن الميت ٤٠٠٠ كجم

المنتـج : **VEB Traktorenwerk Schönebeck G.D.R.**

وقد انقضى نصف قرن من الزمان على وجه التقريب منذ أن استخدم أول محراث ميكانيكى فى فلاحة الحقل ، وثبتت صلاحيته فى اختبارات القبول . والآن تعمل ملايين الجرارات فى جميع أنحاء العالم لتخلص الناس من المجهود الجسمانى الشاق ، وتعاونهم على زيادة المحاصيل . وهناك جرارات خاصة مصممة لفلاحة البساتين وزراعة الكروم (شكل ٦)، كما أنه لا غنى عن هذه الجرارات الخاصة للغابات .

وقد ثبت النفع الكبير للجرارات الثقيلة فى الأعمال المتعلقة بالإنشاءات والتشييد . فى هذا المجال تستخدم الجرارات الثقيلة لجر المقطورات المحملة بالأجزاء الإنشائية ، والكميات الضخمة من مواد البناء الخاصة بعمليات تسوية الأراضى أو إزاحة التربة (شكل ٧) .

وفى عمليات النقل والجر على الطرق أثبت الجرار مقدرته على العمل كركبة يعتمد عليها ، واقتصادية فى تشغيلها فى الوقت نفسه ، وتناسب بصفة خاصة عمليات النقل لمسافات قصيرة (فى نطاق دائرة على نصف قطرها ٣٠ كم) .

الفصل الأول
الأنواع الرئيسية للجرارات

١ – عـــام

تعمل الجرارات تحت ظروف مختلفة، والمطلوب منها دائما الأداء السليم فى كل هذه الظروف. فنى الزراعة تعتبر خواص التربة مثلا من العوامل الحاكمة. وقد تغوص عجلات الجرارات بسهولة فى المستنقعات أو التربة الرملية. وعلاوة على ذلك، فإنه يجب مراعاة النباتات النامية عند التشغيل فى المساحات المنزرعة. فيجب ألا يؤذى وزن الجرارات النباتات أو يتلفها. وعند تصميم أى جرار يجب أن يوضع فى الاعتبار كذلك أنواع المعدات التى ستجر أو تشغل بوساطة هذا الجرار. كما ينبغى التأكد من أن قدرة خرج الجرار تناسب العمل المطلوب أداؤه بوساطته.

وتستخدم الجرارات فى الغابات وفى صناعة الإنشاءات الخاصة باستصلاح المساحات الشاسعة، كما تستخدم فى عمليات تسوية الأراضى بعد تزويدها بالنصال الجارفة (الجرافات) اللازمة لهذا الغرض. وفى هذه الحالات من التشغيل الشاق تعتبر السمات الأساسية فى التصميم هى قدرة الخرج العالية للمحرك وقوة التصاق (قفش) الجرار بالأرض.

وعند تصميم الجرارات تؤخذ فى الاعتبار المجالات المختلفة لاستخدامها. وقد أمكن التوصل إلى عدد من التصميمات الرئيسية لجرارات أثبتت نجاحها فى مجال التطبيق العملى.

٢ – الجرارات ذوات العجلات

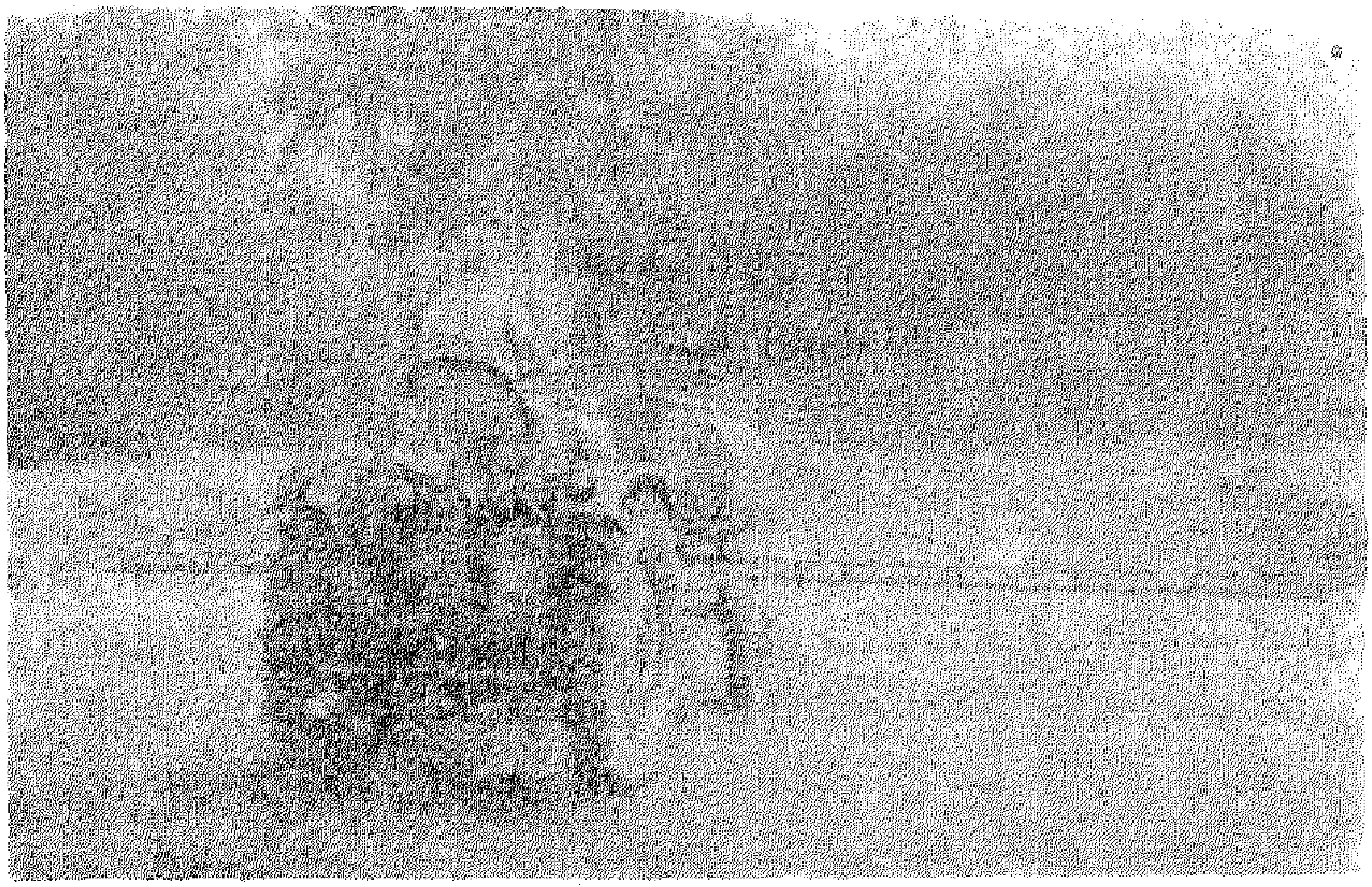
(ا) الجرارات المألوفة (النمطية)

يعتبر الجرار ذو العجلات أكثر أنواع الجرارات تعميما، ولذلك فإنه أكثرها استخداما. فنى النقل (الجر) على الطرق يستخدم الجرار ذو العجلات كركبة جر بالنسبة للمقطورات التى يمكنها نقل الحمولات الثقيلة.

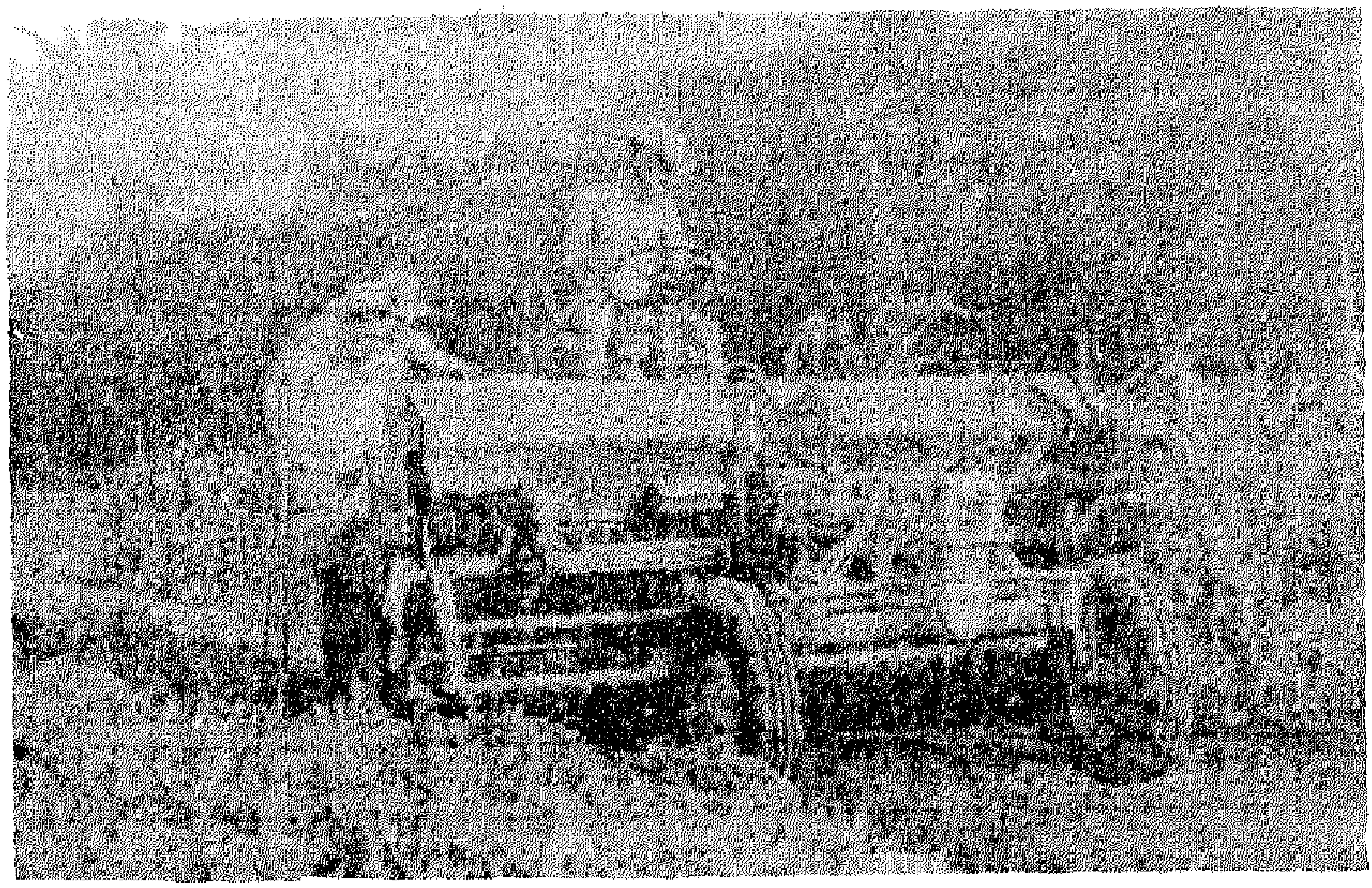
وفى الزراعة تستخدم الجرارات ذوات العجلات فى كل من الحقول وأعمال المزارع الداخلية كما تستخدم بكثرة كوحدات تشغيل لبعض المعدات مثل مكنات الدرس.

وتصنف الجرارات ذوات العجلات تبعا لقدرة محركاتها إلى المجموعات التالية :

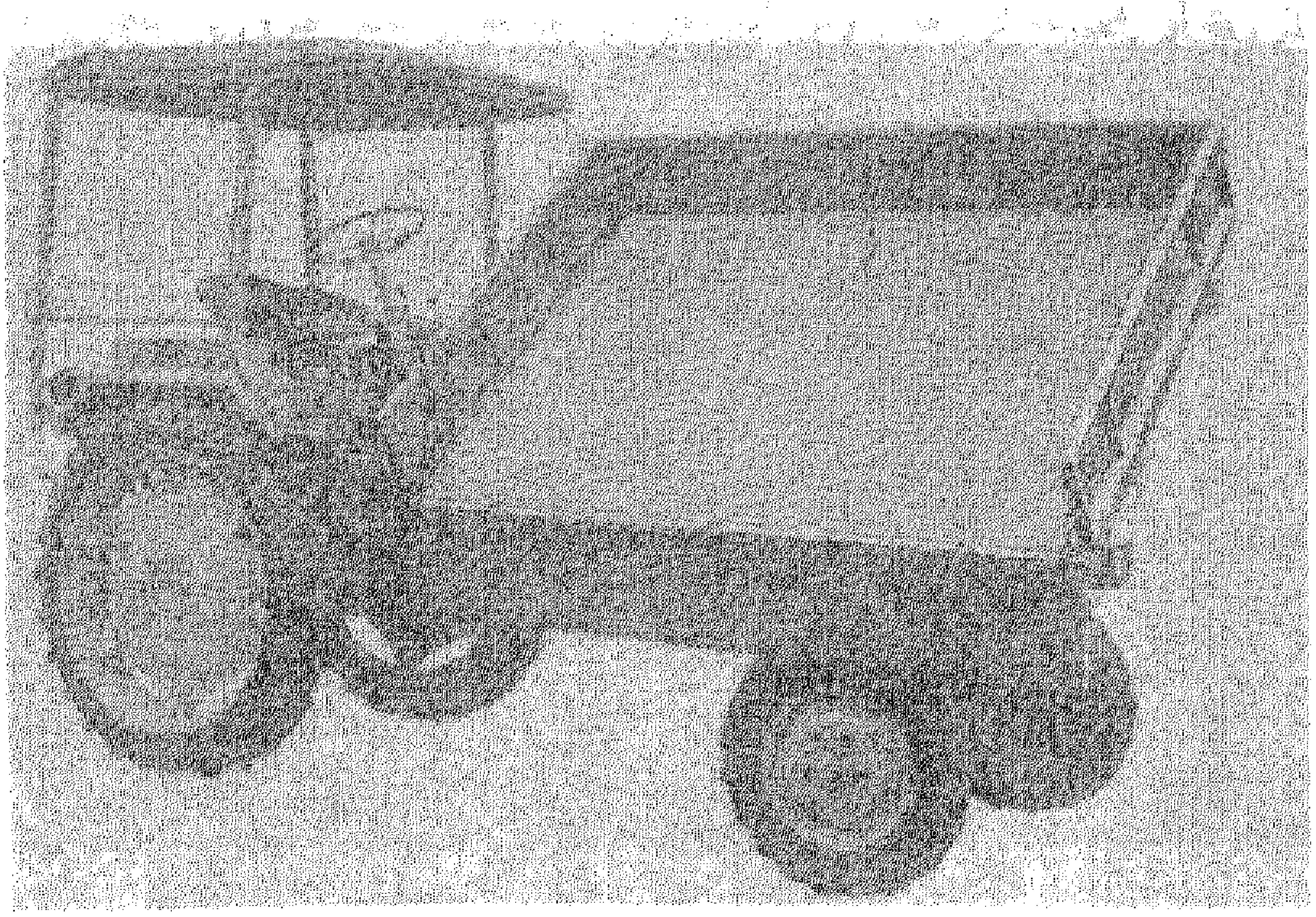
قدرة المحرك قدرة حصانية (ق . ح)	التسمية
من ١٠ إلى ٢٠	جرارات صغيرة
من ٢٠ إلى ٣٠	جرارات متوسطة الثقل
من ٣٠ إلى ٤٥	جرارات ثقيلة
من ٤٥ فأكثر	جرارات شديدة الثقل



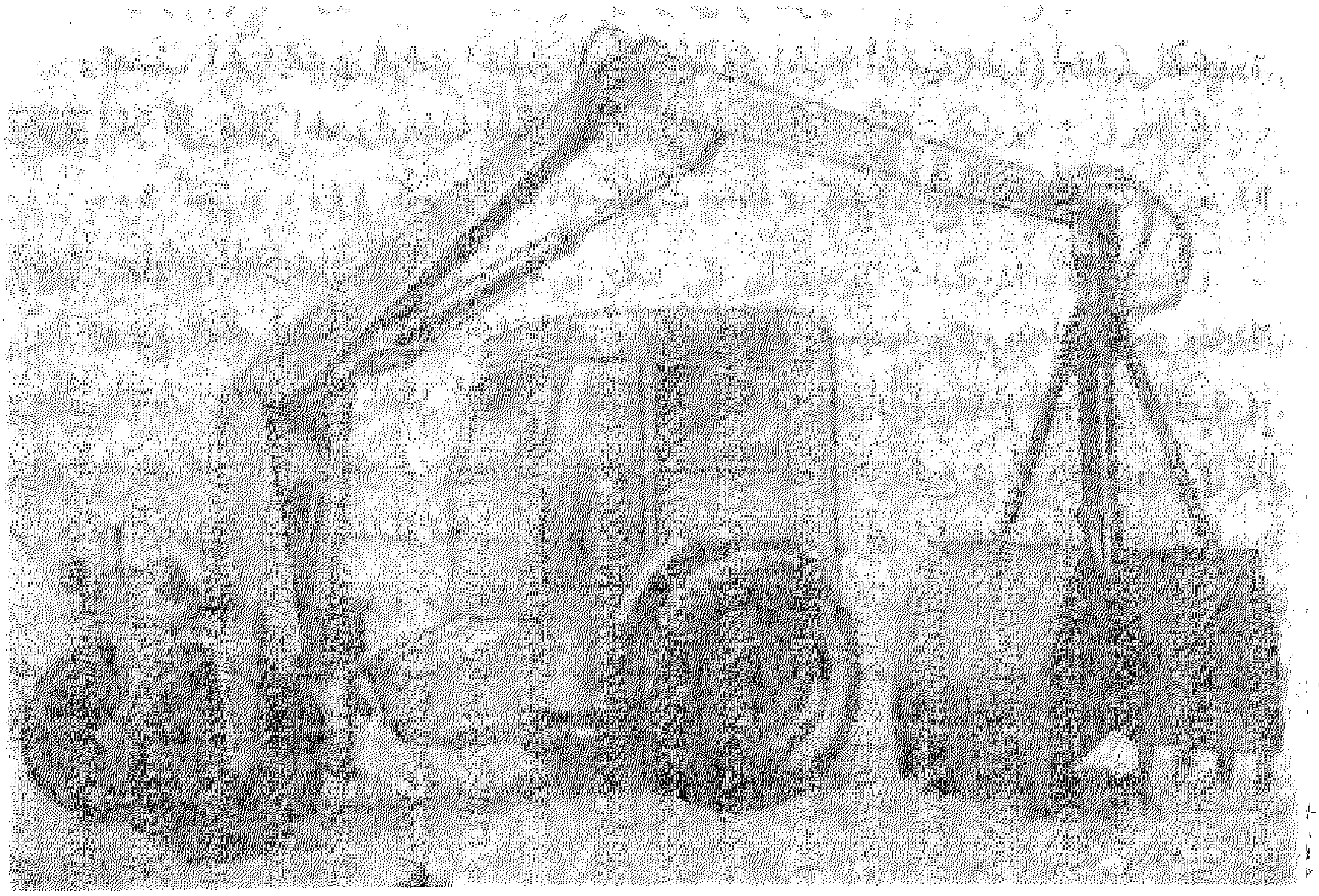
شكل (٩) : جرار معدات مزود بمعدات قابلة للفصل تستخدم لمكافحة الآفات الزراعية (معدات رش المحاصيل) .
(الطرز : RS 09 . الصورة التقطت فى غينيا)



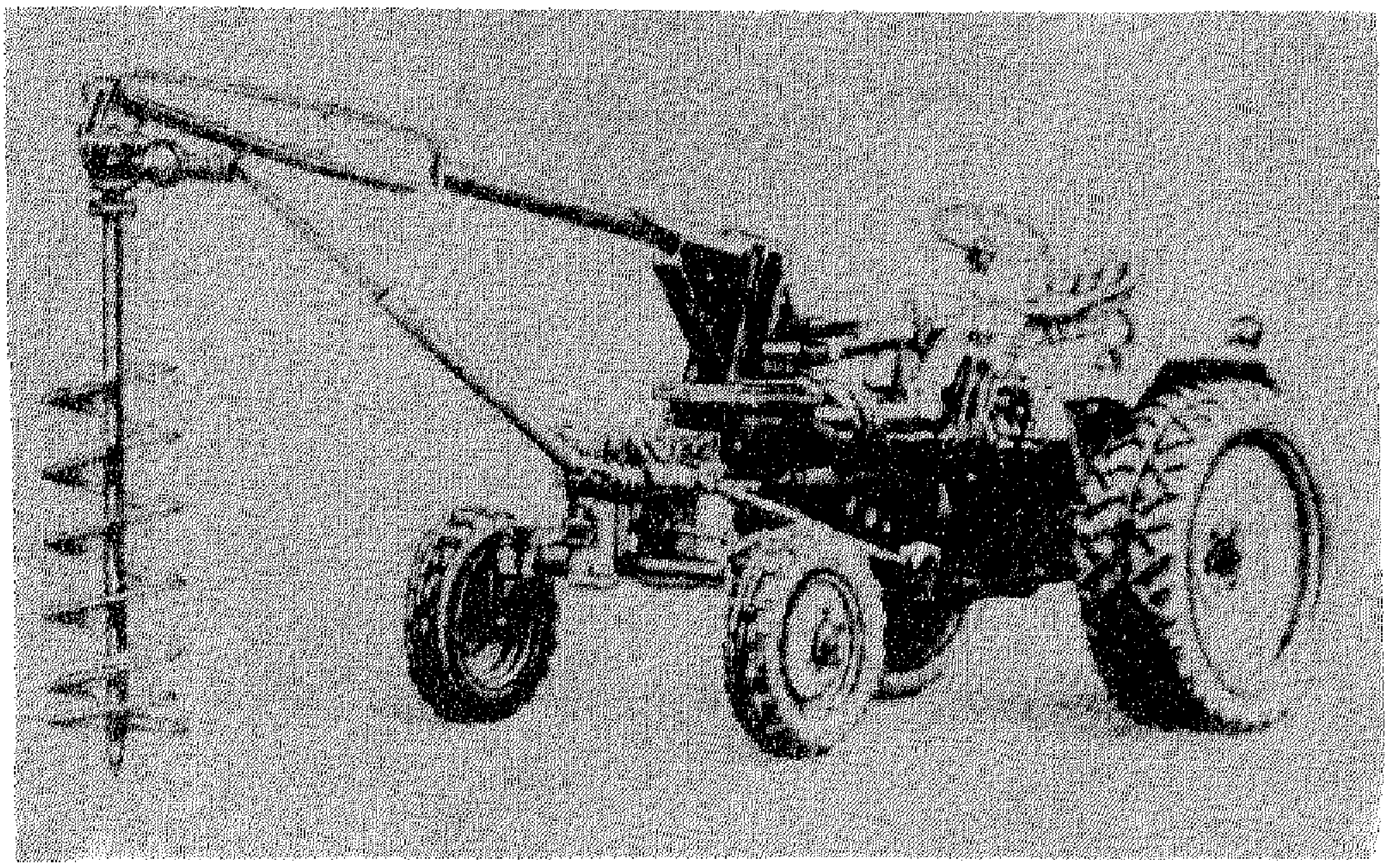
شكل (١٠) : جرار معدات مزود بمكنة تثقيب .
(الطرز : RS 09 . الصورة التقطت فى غينيا)



شكل (١١) : جرار معدات طرز RS 09 مزود بصندوق تحميل .
(من إنتاج G.D.R VEB Traktorenwerk Schönebeck)



شكل (١٢) : جرار معدات به حفار ، والمرفاع الذراعي الالتفافي يشغل هيدروليكيا .
(الطرز : RS 09)



شكل (١٣) : جرار معدات مزود بحفار اراضى (الطرز : RS 09) .

وتصنف الجرارات فى الوقت الحالى وفقا لقدرتها على الجر (أو قوة الجر) عند سرعة محددة . وقوى الجر التى يمكن الحصول عليها بهذه الكيفية هى :

٦٠٠ كجم ، ١٤٠٠ كجم ، ٢٠٠٠ كجم ، ٣٠٠٠ كجم ، الخ .

(ب) جرارات المعدات :

لتوسيع مجال استخدام الجرارات استلزم ذلك إعادة تصميمها وتزويدها بعناصر جديدة . ويمكن اعتبار النماذج التى أمكن الحصول عليها بهذه الكيفية جرارات نمطية محسنة (مطورة) . وقد صممت هذه الجرارات لجر المعدات . وهى تستخدم على نطاق واسع فى الزراعة حيث لا تقلل من عدد الأيدى الزراعية العاملة فحسب ، بل وتستخدم كذلك فى أى عمل من أعمال الحقول .

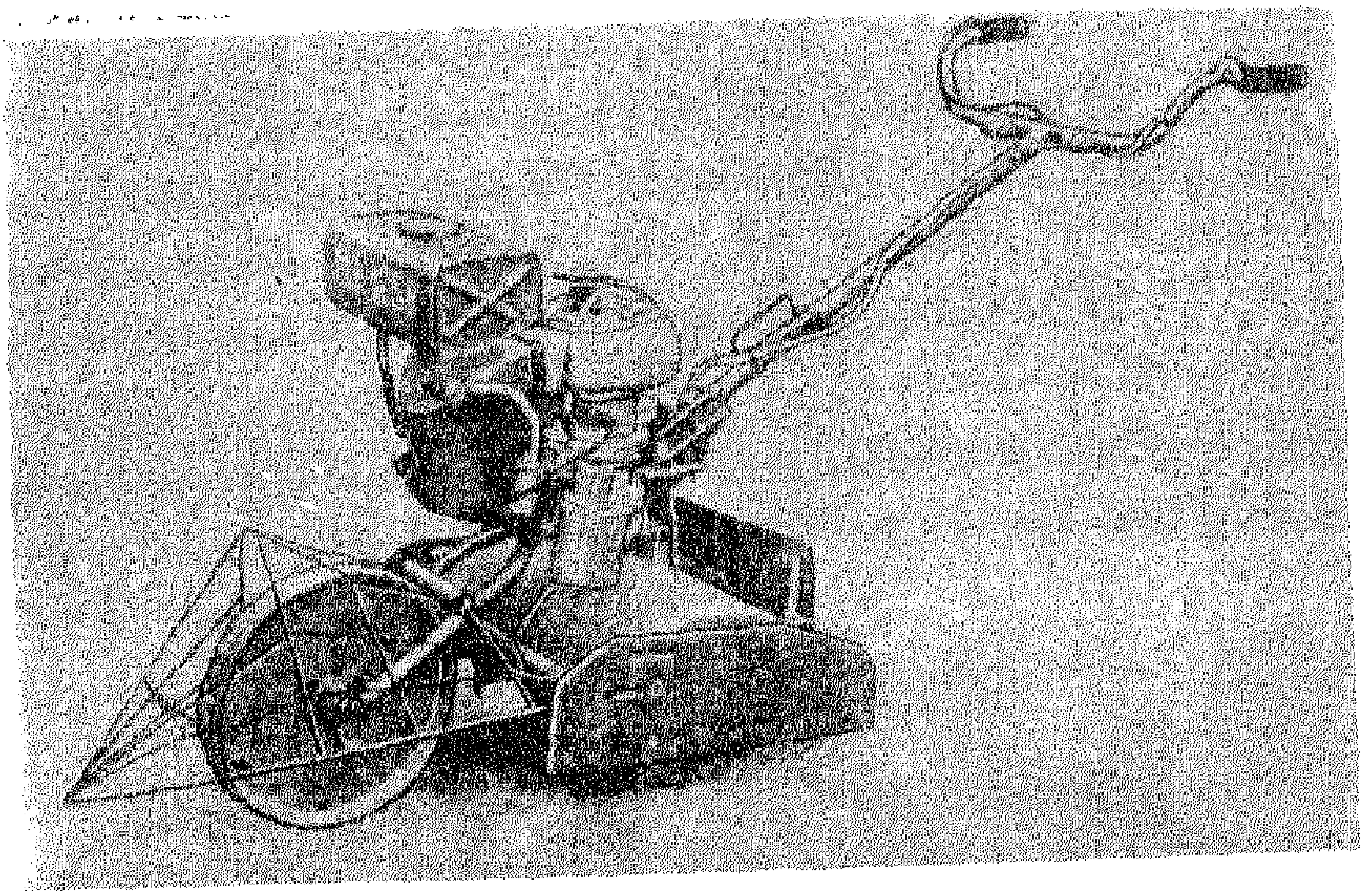
ونظرا لتصميم هذا الطرز من الجرارات بكيفية تمكن من تركيب تشكيلة متنوعة من المعدات به ، كما تمكن من تطويره لذلك فإنه يمكن استخدامه فى كل فصل من فصول السنة ، ومن ثم فإنه يعتبر اقتصاديا للغاية فى تشغيله .

ويستخدم جرار المعدات كذلك فى أفرع أخرى من الصناعة كما هو موضح فى الأشكال من ٩ إلى ١٣ .

(ج) الجرارات ذوات العجلتين

تستخدم أنواع مختلفة من هذا الطرز من الجرارات للعمل فى مساحات صغيرة من الأراضى

المزرعة أو الصالحة للزراعة . وعلى أية حال فإن هذا الطرز يعتبر ضروريا كذلك فى فلاحة البساتين وزراعة الكروم والفواكه لميكنة عمليات الحرث والفلاحة الخاصة .



شكل (١٤) : جرار ذو عجلتين – المعزقة الدوارة ،
(الطرز : مروفكا Mrovka ، ٣ قدرة حصانية ، وزن ٥٠ كجم ، عمق التشغيل ١٢ سم ، وعرض التشغيل ٥٠ سم . المنتج : بولنـدا) .

وتفضل هذه المركبات الموجهة أى التى يمكن توجيهها فى أثناء قيادتها ، فى جميع أغراض الفلاحة تقريبا . فهى تكسر الأرض ، وتعزقها وتحرثها ، كما أنه يمكن تزويدها بمعدات أخرى إضافية لاستخدامها فى أغراض مختلفة مثل جز (حش) الحشائش (شكل ١٤) . ويمكن تحويل الجرار ذى العجلتين إلى جرار ذى ثلاث عجلات بتركيب محور ثان به . وهذا الجرار عظيم النفع فى المزارع الصغيرة

٣ – الجرارات المجنزرة

عندما يتطلب الأمر استخدام قدرة كبيرة من المحرك للتشغيل فى ظروف التربة القاسية ففى هذه الحالة يجب استخدام جرار مجنزر يتحرك على جنزيرين تتدحرج عجلاته عليهما (شكل ١٥) .

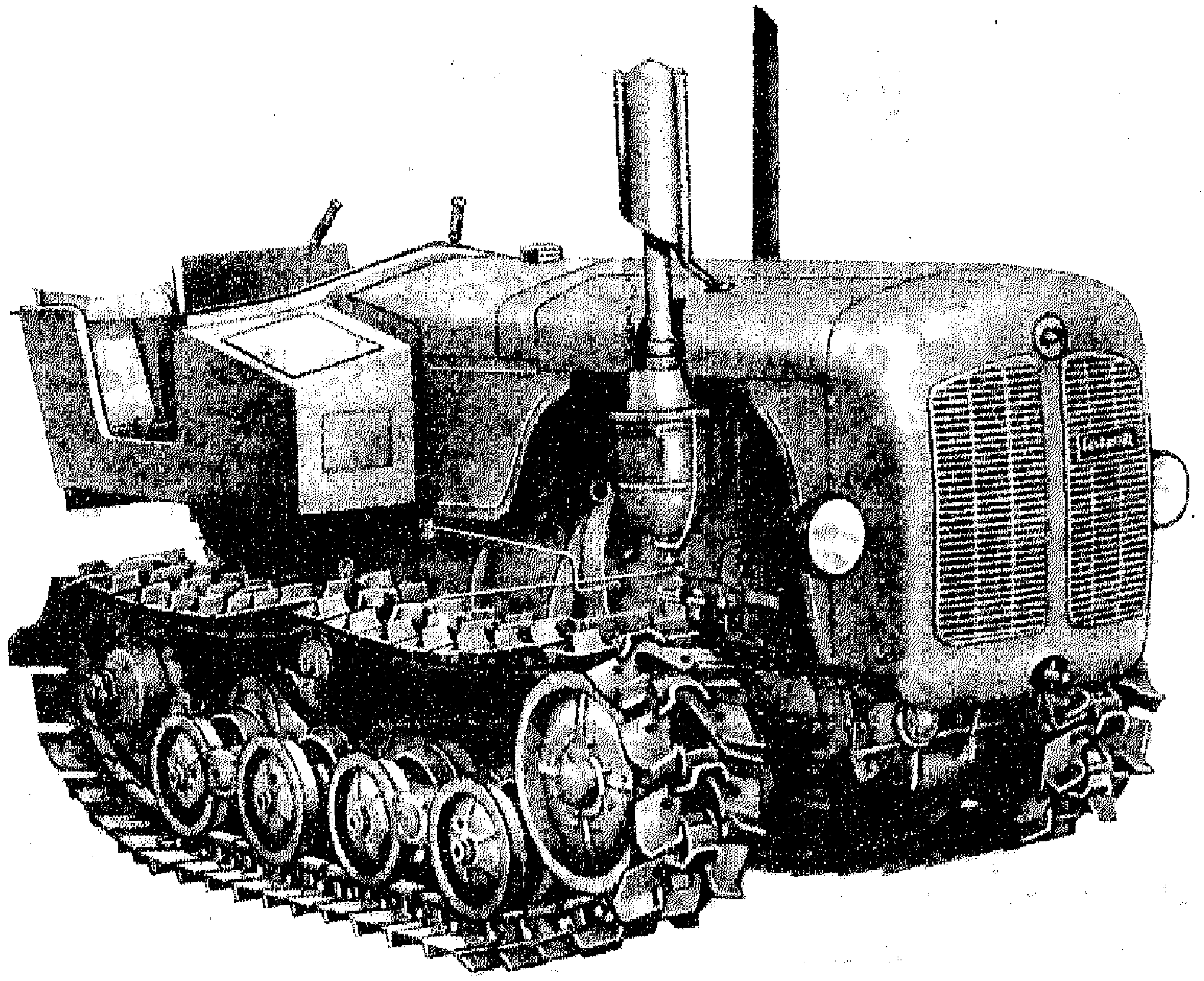
ويمكن بسهولة فهم المبدأ الذى يتحرك به الجرار المجنزر إذا تصورنا عربة صغيرة محملة بحمل ثقيل تدفع على أرض رملية مفككة (سائبة) . فمهما كانت الطاقة المبذولة كبيرة فإنه سيظل من الصعب تحريك العربة لأن عجلاتها سوف تغوص فى الأرض . أما إذا وضعت تحت

عجلات العربة ألواح من الخشب أو الحديد ، فى هذه الحالة يمكن دفع العربة إلى الأمام ببذل طاقة أقل بكثير ، لأن الألواح تمنعها من الغوص فى الأرض . وبهذا المبدأ يعمل الجرار المجنزر ، ملقيا جنزيريه على الأرض ليتدحرج بسهولة عليهما .

وللجرارات المجنزرة من ناحية أخرى عيوب عديدة ، مثل الاستهلاك الكبير فى الوقود والتكاليف المرتفعة للصيانة – نتيجة للتآكل الذى يحدث بالجنازير – وضعف القدرة على المناورة والأداء على الطرق .

وتتراوح قدرة خرج محركات الجرارات المجنزرة بين ٤٠ قدرة حصانية و ١٠٠ قدرة حصانية .

وفى الزراعة تستخدم عادة الجرارات التى تصل قدراتها إلى ٦٠ قدرة حصانية ، فى حين يتطلب الأمر استخدام الجرارات التى تبدأ قدرة خرج محركاتها من ١٠٠ قدرة حصانية فى صناعات البناء وفى أعمال الغابات .



شكل (١٥) : جرار مجنزر (الطرز : KS 30 ، بمحرك ديزل رباعى الأشواط ، ٤ أسطوانات ، ٦٢ قدرة حصانية ، ٥,٢ طن .

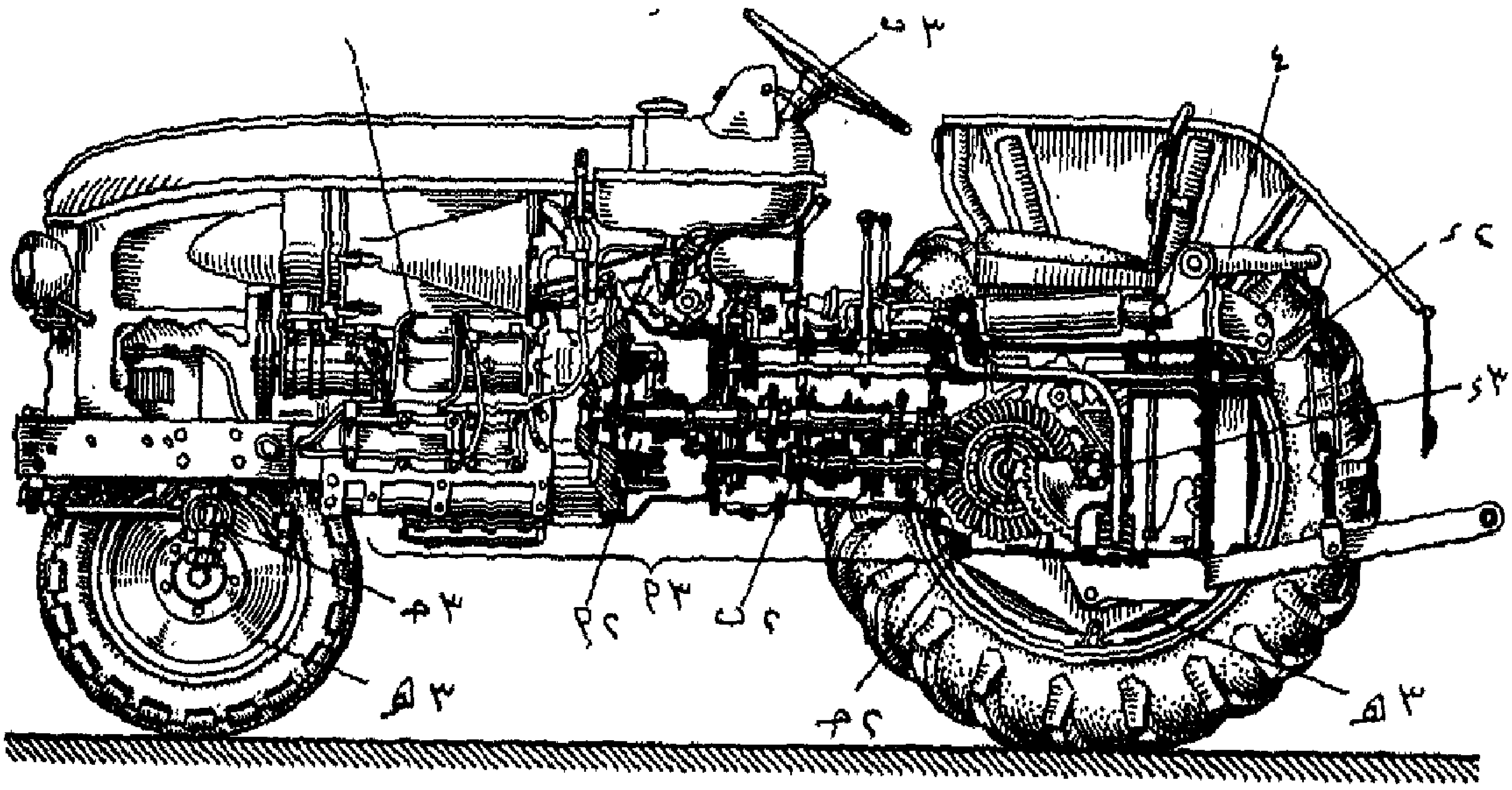
من إنتاج : VEB Brandenburger Traktorenwerk)

الفصل الثـــانى

المكونات الرئيسية للجرار

يمكن تعريف الجرارات بأنها مركبات تستمد حركتها وقدرتها من محركات احتراق داخلى ، ولا تزود عادة بمساحات للتحميل (صناديق التحميل مثلا) . وفى معظم البلاد يجب على عمال تشغيل الجرارات الحصول على رخصة لقيادتها . وتقتصر رخصة القيادة هذه على قيادة جرارات محددة ، تحدد قدرة خرج محركاتها وسرعاتها القصوى كتابة فى هذه الوثيقة (الرخصة) .

والمجموعات الرئيسية المكونة للجرار هى مجموعة توليد القدرة (المحرك) التى تمده بالقدرة المحركة له . ومجموعات نقل الحركة ، والهيكل الأساسى المشتمل على مجموعات الحركة مثل الفرامل وجهاز القيادة والتوجيه (شكل ١٦) .



شكل (١٦) : المكونات الرئيسية للجرار ذى العجلات (الطرز : D 35 ، المنتج : رينو)

١–المحـــرك

٢–مجموعات نقل الحركة

(ا) ٢–القابض (الدبرياج)

(ب) ٢–صندوق تروس تغيير السرعات(الجير بوكس)

(حـ) ٢–المجموعة الفرقية و مجموعة الإدارة النهائية

(د) ٢–عمود التشغيل الخلفى

٣–الهيكل الأساسى

(ا) ٣–الوحدة المتكاملة

(ب) ٣–جهاز التوجيه والقيادة

(حـ) ٣–المحور الأمامى

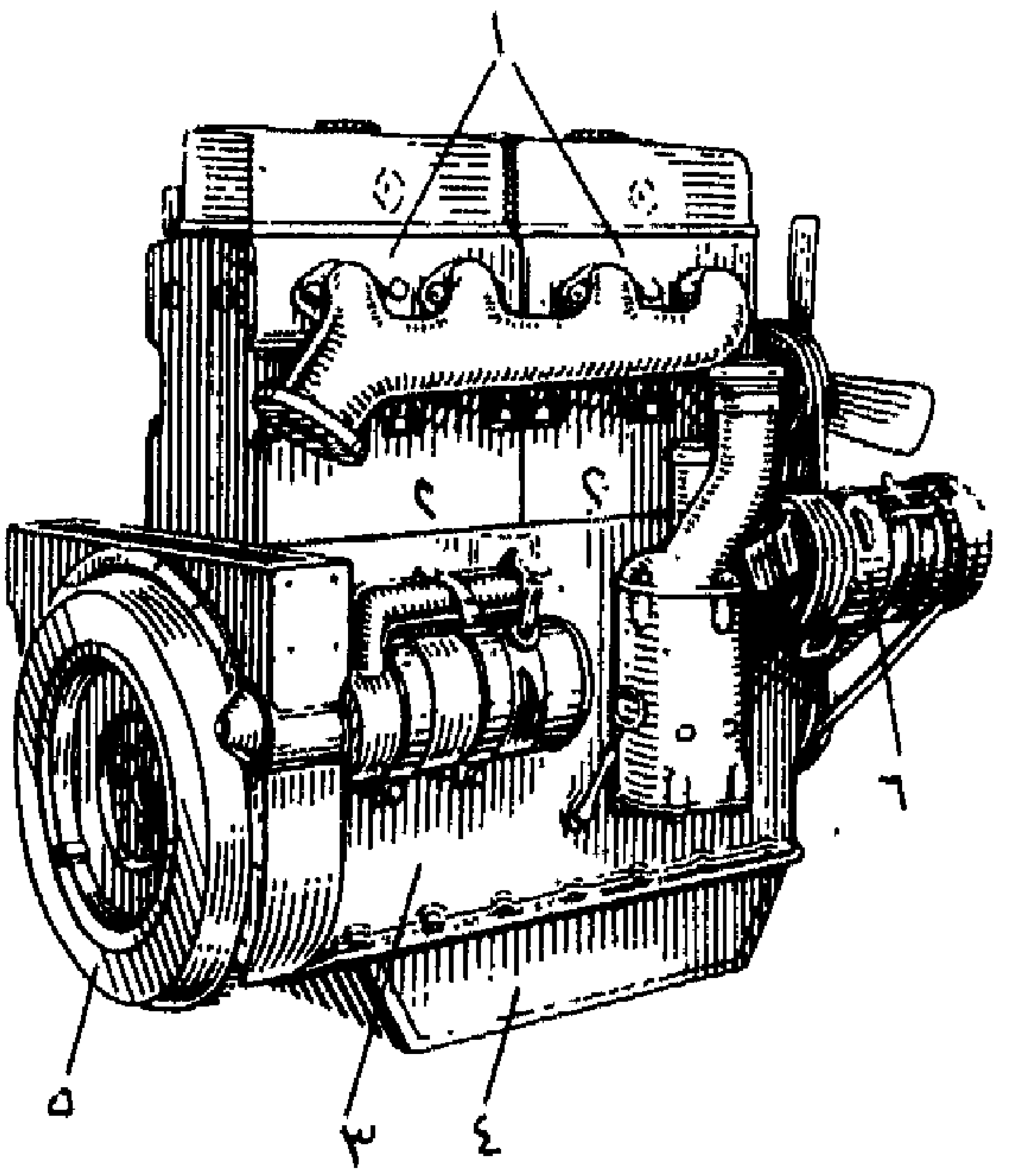
(د) ٣–المحور الخلفى

(هـ) ٣–العجـــلات

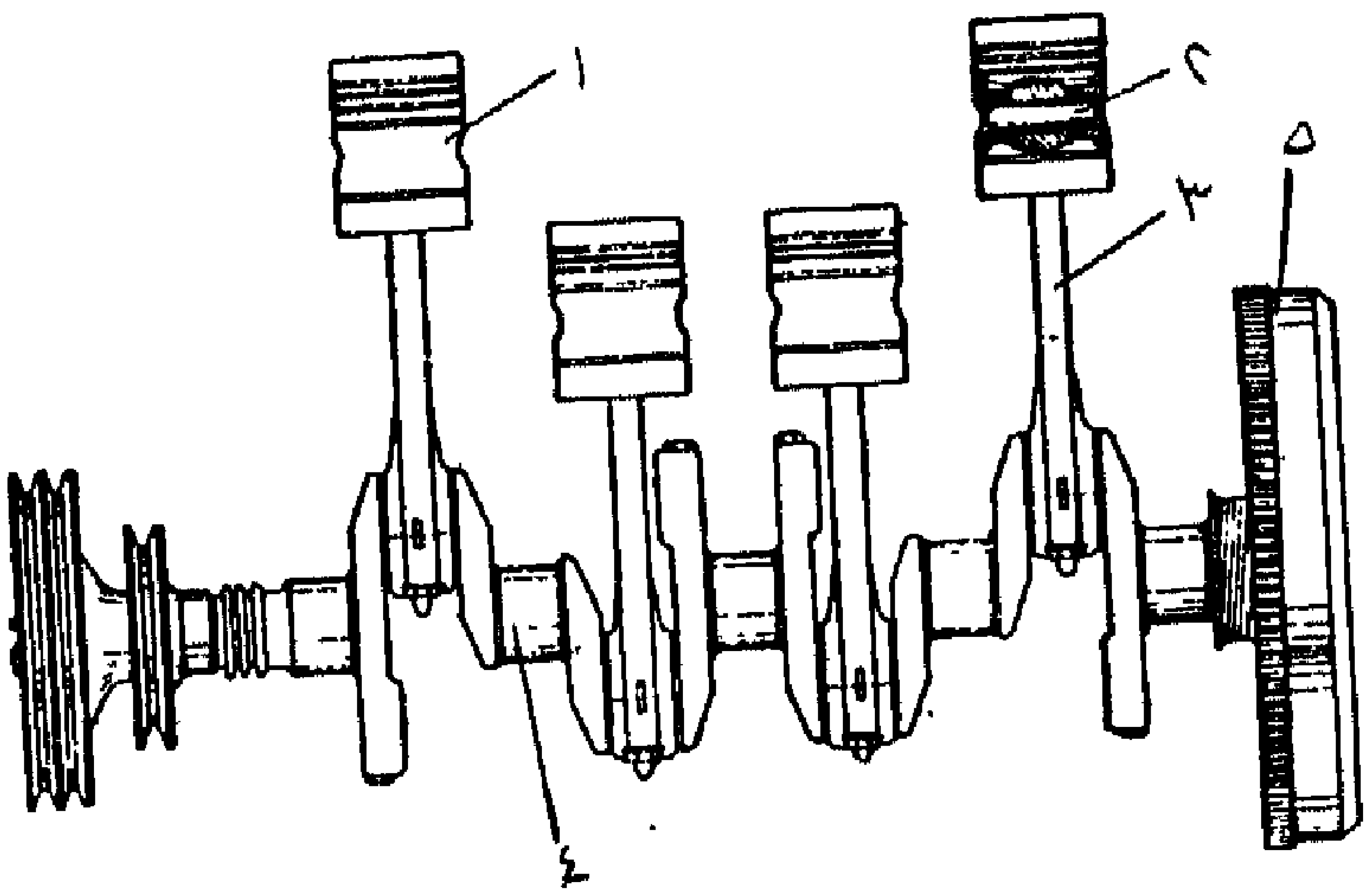
٤–المعدات الخاصة (الرافع الميكانيكى)

وكتلة (جسم) المحرك (شكل ١٧) مصنوعة من عدة مسبوكات ، وتتكون أساسا من كتلة الأسطوانات ومعها علبة المرفق ، ورأس الاسطوانات (وش السلندر) ، وحوض الزيت (الكارتير) . ونظرا لأن كتلة الأسطوانات وعلبة المرفق فى الجرارات تكونان غالبا مسبوكتين معا كقطعة واحدة لذلك فإنه يطلق عليها اسم « مجمع كتلة الأسطوانات وعلبة المرفق » . ويثبت رأس الاسطوانات وحوض الزيت بإحكام بكتلة الأسطوانات وعلبة المرفق بوساطة مسامير ربط مقلوظة ، وتولج الحشيات (الجوانات) المقاومة لحرارة بين الأسطح المتلامسة (أسطح الانفصال) لكفالة الحصول على وصلة تامة الإحكام .

وتجمع علبة المرفق مجموعة العمود المرفق التى تتكون وحداتها الرئيسية من العمود المرفق وأذرع التوصيل (البيلات) والكباسات . وتتكون كتلة الاسطوانات من عدة أسطوانات تتحرك داخلها الكباسات إلى أعلى وإلى أسفل . وتغطى كتلة الأسطوانات من أعلى برأس الأسطوانات

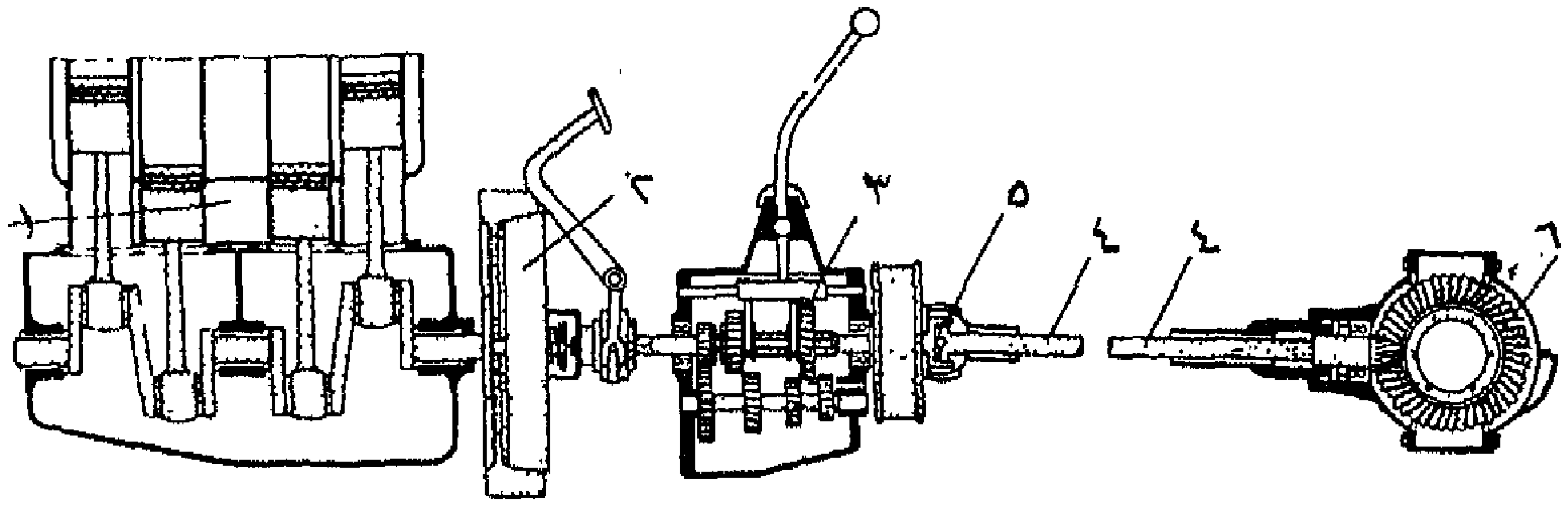


شكل (١٧) : كتلة المحرك
١ — راس الاسطوانات
٢ — كتلة الأسطوانات
٣ — علبة المرفق
٤ — حوض الزيت
٥ — الحدافة (الفولان)
٦ — المولدالكهرباق(الدينامو)



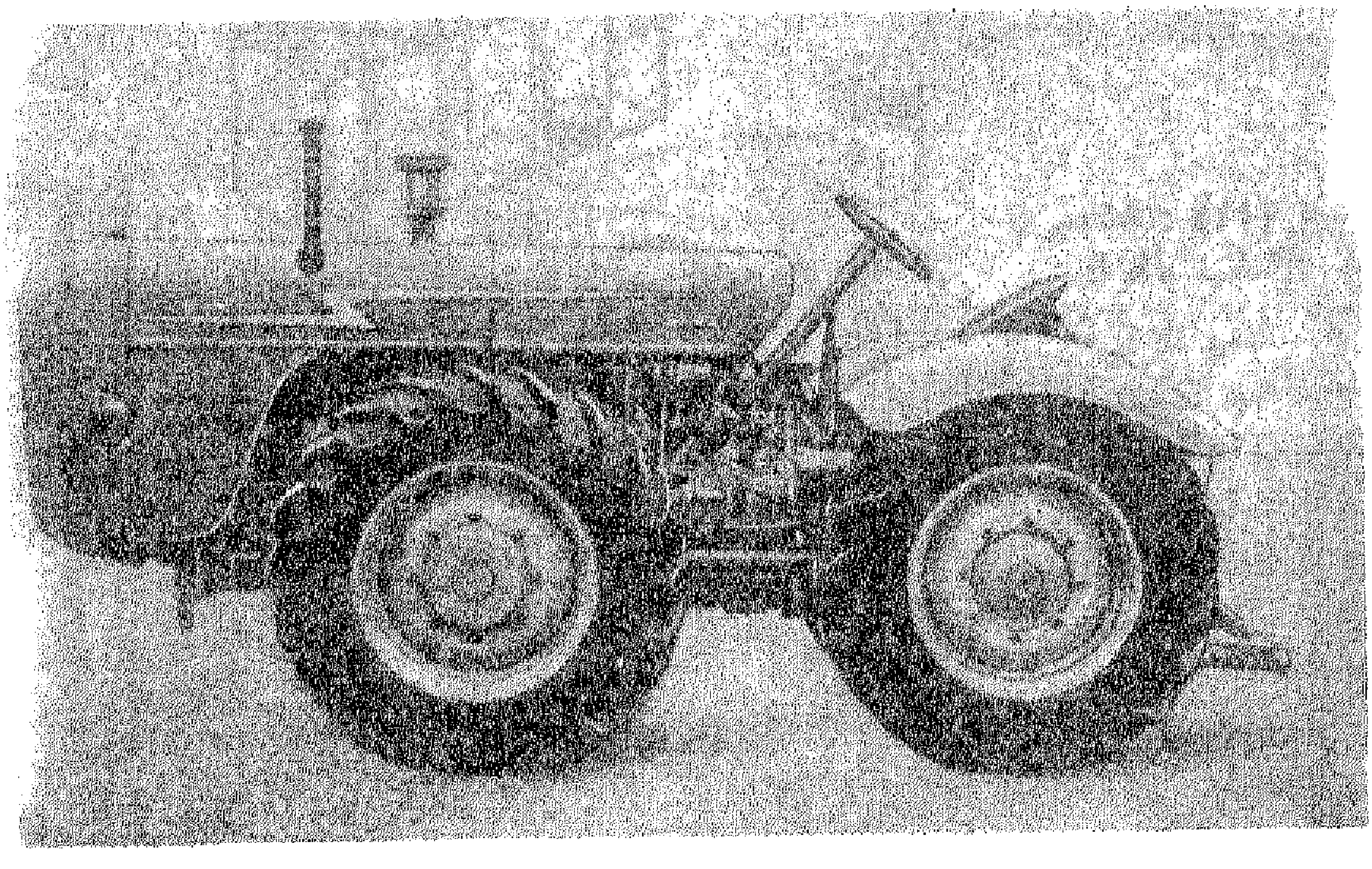
شكل(١٨) : المجموعةالمرفقية
١ — الكباس
٢ — رأس الكباس
٣ — ذراع التوصيل(البيل)
٤ — العمود المرفق
٥ — الحدافةوبهاالترس الحلق

الذى يحتوى على غرف الاحتراق (شكل ١٨) . وحوض الزيت هو أسفل جزء فى علبة المرفق ، ويتجمع فيه زيت التزييت . وتنتقل القدرة المولدة فى المحرك إلى عجلات الطريق عن طريق مجموعات نقل الحركة (شكل ١٩) . والوحدات الرئيسية المكونة لمجموعات نقل الحركة هى القابض (الدبرياج) ، وصندوق تروس تغيير السرعات (الجيربوكس) ، ومجموعة المحور الخلفى (وتسمى كذلك مجموعة الإدارة النهائية) ، ومجموعة التروس الفرقية .



شكل (١٩) : مجموعات نقل الحركة

١ – المحرك
٢ – القابض (الدبرياج)
٣ – صندوق تروس تغيير السرعات
٤ – عمود الإدارة الرئيسى
٥ – الوصلة الجامعة الحركة
٦ – مجموعة التروس الفرقيــة



شكل (٢٠) : الجرار ذو العجلات الأربع المستخدم فى الأغراض العامة . (الطراز : D-4-K ، بمحرك ديزل رباعى الأشواط ، ٦٥ قدرة حصانية . المنتج : المجر (هنغاريا)) .

وخلافا لما هو متبع فى سيارات الركوب أو عربات النقل (اللوارى) فإن الجرارات مصممة على أساس تجميع المحرك وصندوق تروس تغيير السرعات (الجيربوكس) والمحور الخلفى فى كتلة واحدة متكاملة تكون جزءا من هيكل الجرار .

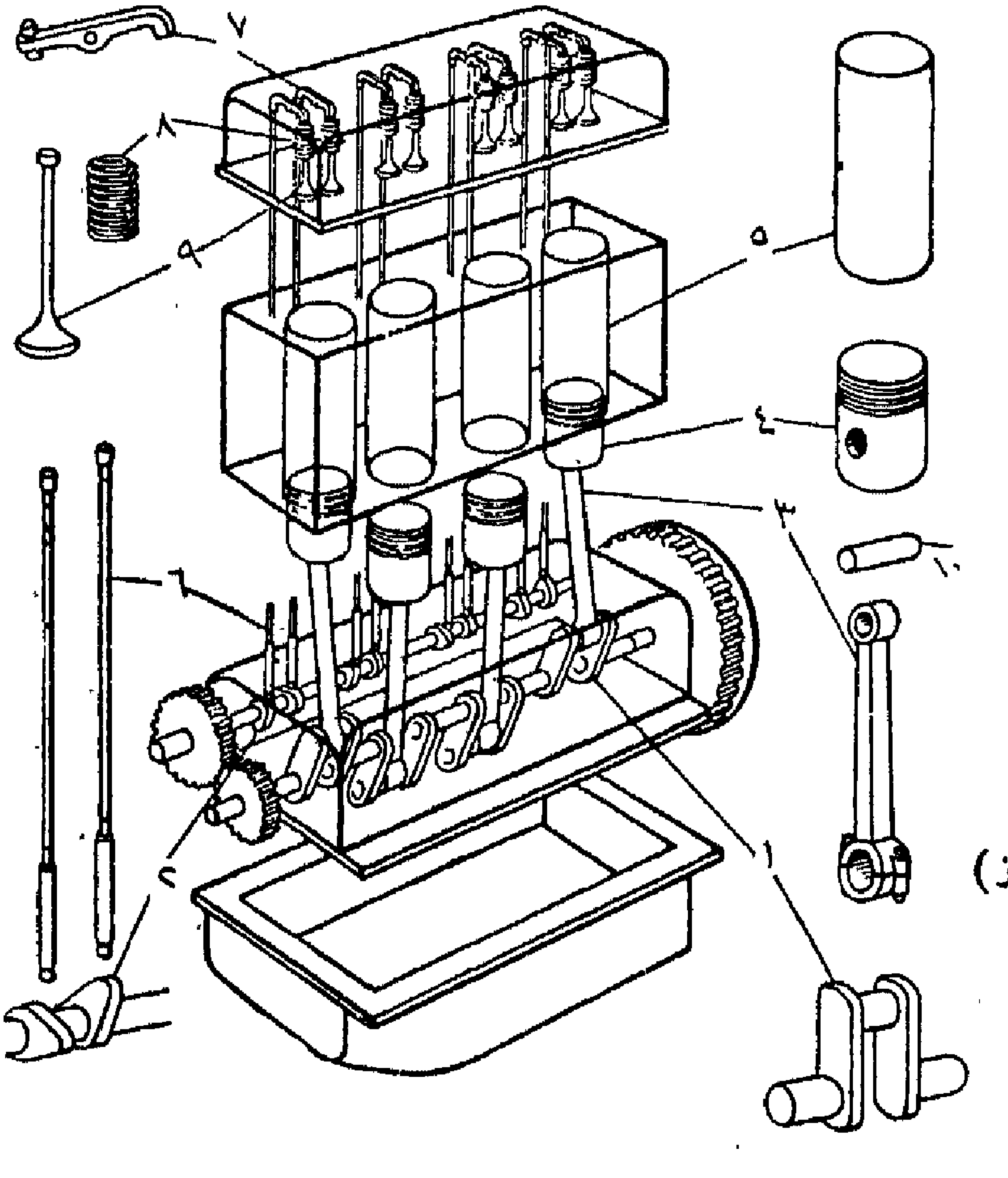
أما الإطار المعدنى والمحوران والفرامل وجهاز التوجيه والقيادة والعجلات أو الجنازير فتكون الهيكل الأساسى للجرار (شكل ٢٠) وتسمى أحيانا باسم مجموعات الحركة .

وتشمل المعدات الخاصة فى الجرارات ، فيما تشمل ، الأجهزة والوسائل المطلوبة لقطر المعدات وكذلك الرافع (المرفاع) الميكانيكى أو الهيدروليكى ومضخة نفخ الإطارات .

الفصل الثالث
محركات الاحتراق الداخلى
عملها ، ودوراتها

١ – عـام

فى محرك الاحتراق الداخلى يستفاد مباشرة من الطاقة المختزنة فى الوقود لأداء الشغل . وتستخلص أنواع الوقود المستخدمة لإدارة محركات الاحتراق الداخلى من الزيوت المعدنية أساسا . وفى عديد من البلاد التى لا يتيسر فيها الحصول على الزيوت المعدنية من مصادرها الطبيعية ، أو يتم الحصول عليها منها بكميات صغيرة ، فى حين توجد بها مناجم فحم كافية ، يستخدم الفحم بمثابة مادة أساسية لإنتاج الوقود باتباع الأساليب الكيميائية المختلفة .



شكل (٢١) : العناصر الأساسية بالمحرك

١ – العمود المرفق
٢ – عمود الكامات
٣ – ذراع التوصيل
٤ – الـكباس
٥ – بطانةالاسطوانة(الشميز)
٦ – ذراع الدفع
٧ – الذراع المترجحة
٨ – ياى الصمام
٩ – الصمام
١٠ – بنز الـكباس

وينبغى أن يكون وقود محركات الاحتراق الداخلى سهل الاشتعال ، إما فوريا أو بعد قدر محدد من الارتفاع فى درجة الحرارة . وفى عملية الاحتراق تتكون غازات تتمدد بسرعة

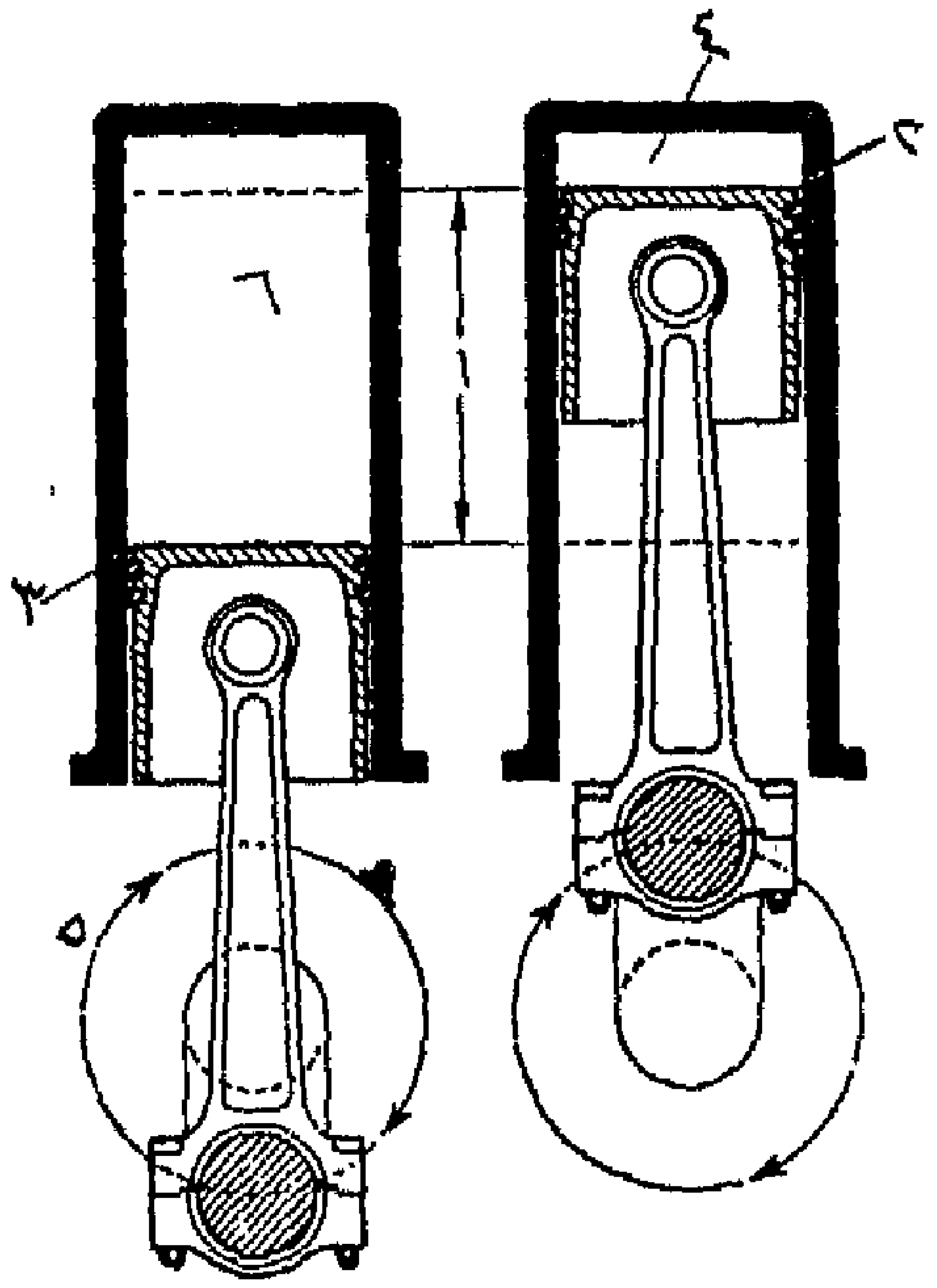
وفى كل الاتجاهات . ويستفاد من هذه الخاصية إلى أقصى حد فى المحرك لتحويل الطاقة الكيميائية المختزنة فى الوقود إلى طاقة ميكانيكية عن طريق الاحتراق .

وكما سبق شرحه فى الفصل الثانى تزود كتلة الأسطوانات بعدة تجاويف أسطوانية الشكل تسمى الأسطوانات (السلندرات) ، وتغلق عند قمها برأس الأسطوانات (وش السلندرات) الذى يحتوى كذلك على غرف الاحتراق . وتحتوى كل اسطوانة على كباس يتصل بذراع التوصيل (البيل) عن طريق مسمار خاص يسمى بنز الكباس ، يطفو فى موضعه طفوا كاملا (شكل ٢١) .

ويتصل الطرف السفلى لذراع التوصيل ، وهو المعروف باسم محمل النهاية الكبرى ، بالعمود المرفق بكيفية تمكنه من التحرك على بنز المرفق ، ويتحرك الكباس إلى أسفل موضع له عندما يتم العمود المرفق نصف دورة .

وبهذه الكيفية ينشأ السحب فوق الكباس . وباستمرار العمود المرفق فى دورانه يتحرك الكباس إلى أعلى ضاغطا الهواء . فترتفع درجة حرارته فوق رأس الكباس . وتعرف هذه العملية باسم عملية الانضغاط . وتعرف المسافة التى يتحركها الكباس من وضعه السفلى إلى وضعه العلوى باسم الشوط (المشوار)، كما يعرف الحجم المحصور بين هذين الوضعين باسم الحجم المزاح أوإزاحة الكباس، لأنه يمثل الحجم الذى يزيحه الكباس فى أثناء حركته من وضعه السفلى إلى وضعه العلوى (شكل ٢٢) .

ويطلق على الوضع السفلى للكباس اسم النقطة الميتة السفلى ، فى حين يطلق على موضعه العلوى اسم النقطة الميتة العليا .

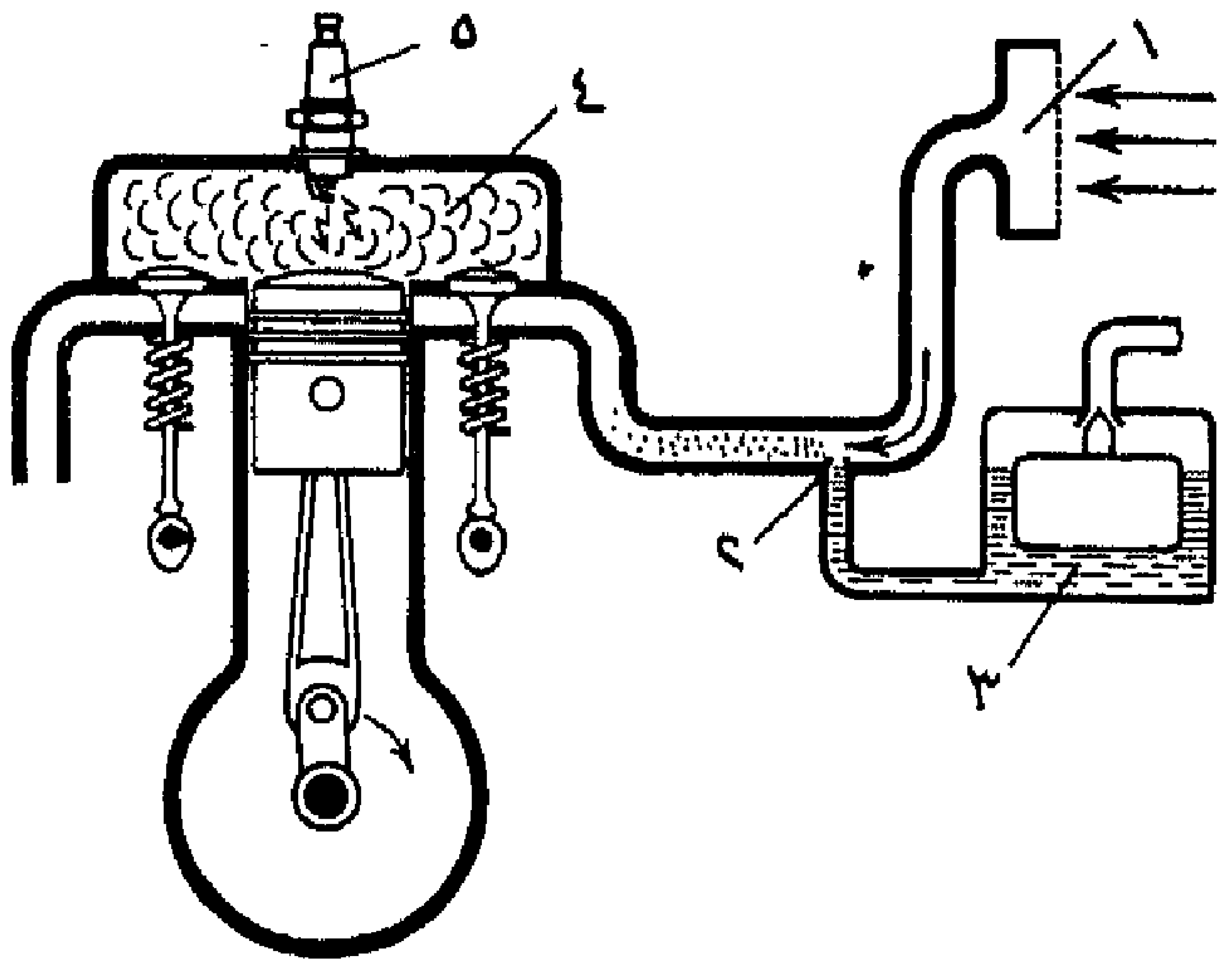


الشكل (٢٢) : الحجم المزاح (إزاحة الكباس) ، وغرفة الاحتراق
١ — المشوار
٢ — النقطة الميتة العليا
٣ — غرفة الاحتراق
٤ — النقطة الميتة السفلى
٥ — الحركة الدورانية للعمود المرفق
٦ — الحجم المزاح (إزاحة الكباس)

ولكفالة استمرار حركة الكباس المتكررة إلى أعلى وإلى أسفل ينبغى إشعال وقود فى غرفة الاحتراق لتتمدد الغازات الناتجة من احتراقه ضاغطة على الكباس فتدفعه إلى أسفل .

وهناك طريقتان مختلفتان لإحداث هذا الفعل .

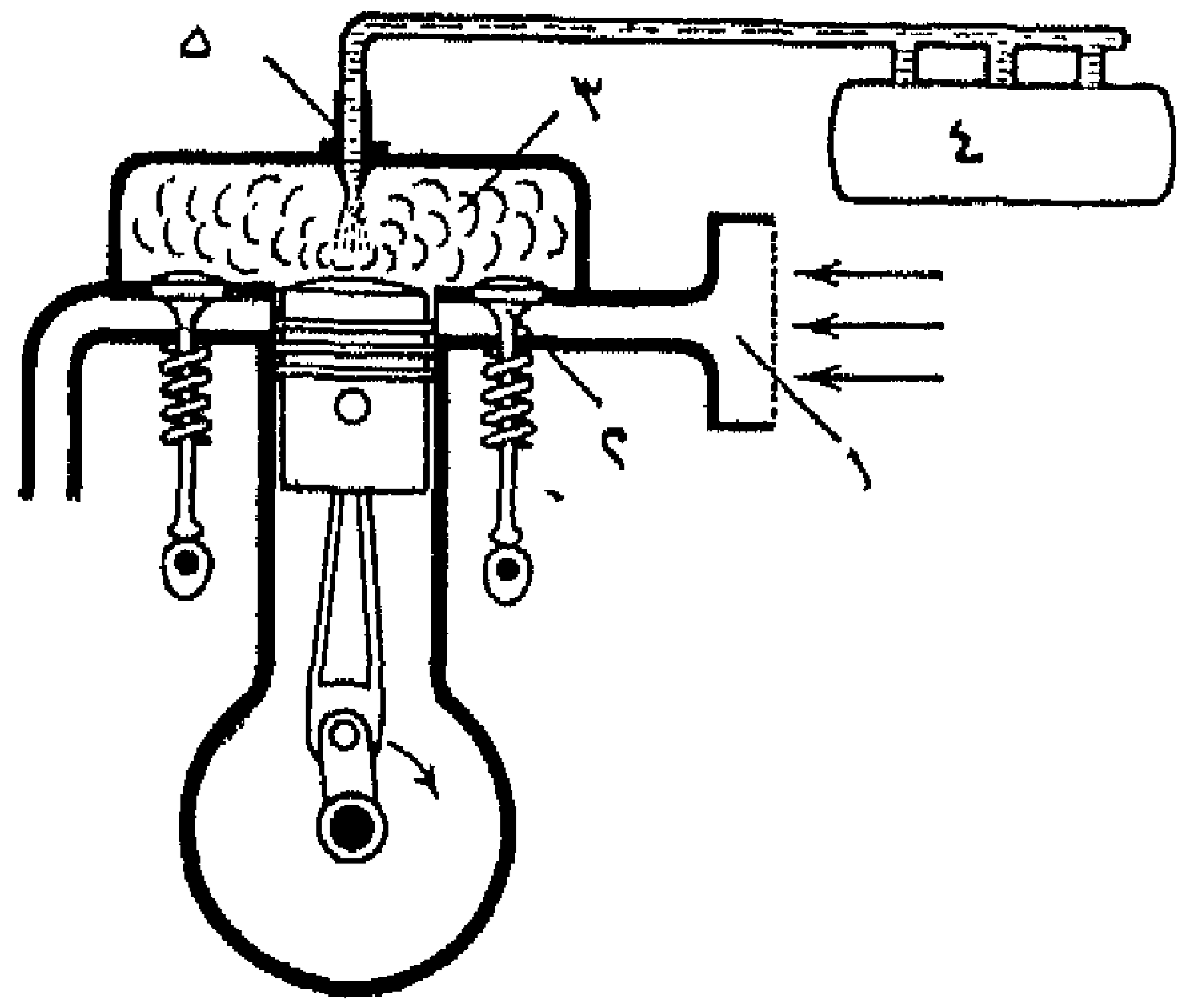
وتعتمد الطريقة الأولى منهما على استخدام خليط الوقود والهواء الذى يدخل إلى حيز الانضغاط ، نتيجة السحب الذى يحدثه الكباس فى أثناء حركته إلى أسفل ، عن طريق صمام الدخول وبمجرد اقتراب الكباس مرة ثانية من النقطة الميتة العليا ينغلق الصمام الدخول . وبالتالى ينضغط خليط الوقود والهواء فى غرفة الاحتراق . ويشعل الخليط بواسطة شرارة كهربائية . فتدفع الغازات المتمددة الكباس مرة أخرى إلى أسفل حتى النقطة الميتة السفلى (شكل ٢٣) :



شكل (٢٣) : دورة المحرك البنزين : يمر الهواء المسحوب (١)خلال الفوهة (٢) ويختلط بالوقود الوارد من المغذى (٣) ويدخل خليط الوقود والهواء إلى غرفة الاحتراق (٤) حيث ينضغط فى أثناء حركة الكباس إلى أعلى ، ثم يشتعل بواسطة الشرارة المنبعثة من شمعة الشرر (٥) ويعرف هذا النوع من الإشعال باسم الإشعال بوسيلة خارجية .

وتسمى محركات الاحتراق الداخلى التى تنبنى فكرة عملها على هذا المبدأ باسم المحركات البنزين أو المحركات ذوات المغذيات ، وفيها يستخدم البنزين كوقود سريع التطاير . كما أنه يتكون فى مغذياتها خليط قابل للاشتعال من الهواء وبخار البنزين ، يدفع بدوره إلى غرفة الاحتراق عن طريق خطوط السحب وصمام الدخول . وتعرف هذه المحركات كذلك أحيانا باسم محركات الإشعال بالشرر ، إذ أن الخليط يتم إشعاله فيها بوسيلة كهربائية ، لأن الارتفاع الذى يحدث فى درجة حرارة الخليط الغازى نتيجة الانضغاط لا يكون كافيا لإشعال الشحنة تلقائيا نظرا لانخفاض نسبة الانضغاط .

وهناك محركات ينبنى عملها على مبدأ آخر ، وفيها يسحب الهواء غير المخلوط بوقود إلى حيز الانضغاط ، ثم يضغط بنسبة انضغاط مرتفعة نتيجة تحرك الكباس إلى أعلى فينتج عن ذلك ارتفاع كبير فى درجة الحرارة . ويدفع الوقود المذرى المرتفع الضغط عن طريق فوهة الحقن (الفونية) إلى غرفة الاحتراق ، حيث يختلط بالهواء المضغوط الموجود بها ، فيشتعل هذا الخليط تلقائيا نتيجة للحرارة العالية الناشئة من الانضغاط . وتتمدد الغازات الناتجة من الاحتراق فتدفع أمامها الكباس ليؤدى شغله .



شكل (٢٤) دورة المحرك الديزل : يمر الهواء المسحوب (١) عن طريق صمام الدخول (٢) إلى غرفة الاحتراق (٣) حيث ينضغط فيها ، فتنطلق كمية معتبرة من الحرارة . ويمر الوقود من مضخة الحقن (٤) إلى فوهة الحقن (٥) ومنها يحقن على هيئة رذاذ فى الهواء المضغوط فيشتعل الخليط المتكون بهذه الكيفية تلقائيا نتيجة حرارة الانضغاط . ويعرف هذا النوع من الإشعال بالانضغاط أو الإشعال التلقائى (الذاتى) .

وتسمى المحركات التى تنبنى فكرة عملها على هذا المبدأ باسم محركات الاشتعال بالانضغاط أو المحركات الديزل أو المحركات الزيتية . ولو أن تسميتها باسم المحركات الديزل، أو المحركات الزيتية لم تعد شائعة الاستخدام وخصوصا بالنسبة لصناعة السيارات (شكل ٢٤) .

٢ — المحركات الرباعية الأشواط

(ا) التصميم وطريقة العمل

لا تميز محركات الاحتراق الداخلى عن بعضها البعض بأسلوبى الاحتراق المختلفين اللذين سبق شرحهما فحسب ، بل إنها تقسم كذلك إلى أصناف وفقا لطريقة عملها أو دورتها . وتعمل كل من المحركات البنزين ومحركات الاشتعال بالانضغاط (المحركات الديزل) على أساس الدورة الرباعية الأشواط أو الدورة الثنائية الأشواط ، وكلتاهما تستخدم فى صناعة الجرارات .

والمسافة التى يتحركها الكباس من النقطة الميتة السفلى إلى النقطة الميتة العليا تساوى نصف لفة من لفات العمود المرفق وتسمى الشوط (المشوار) .

والدورة الواحدة الرباعية الأشواط تتكون من الأشواط الأربعة التالية :

شوط السحب .

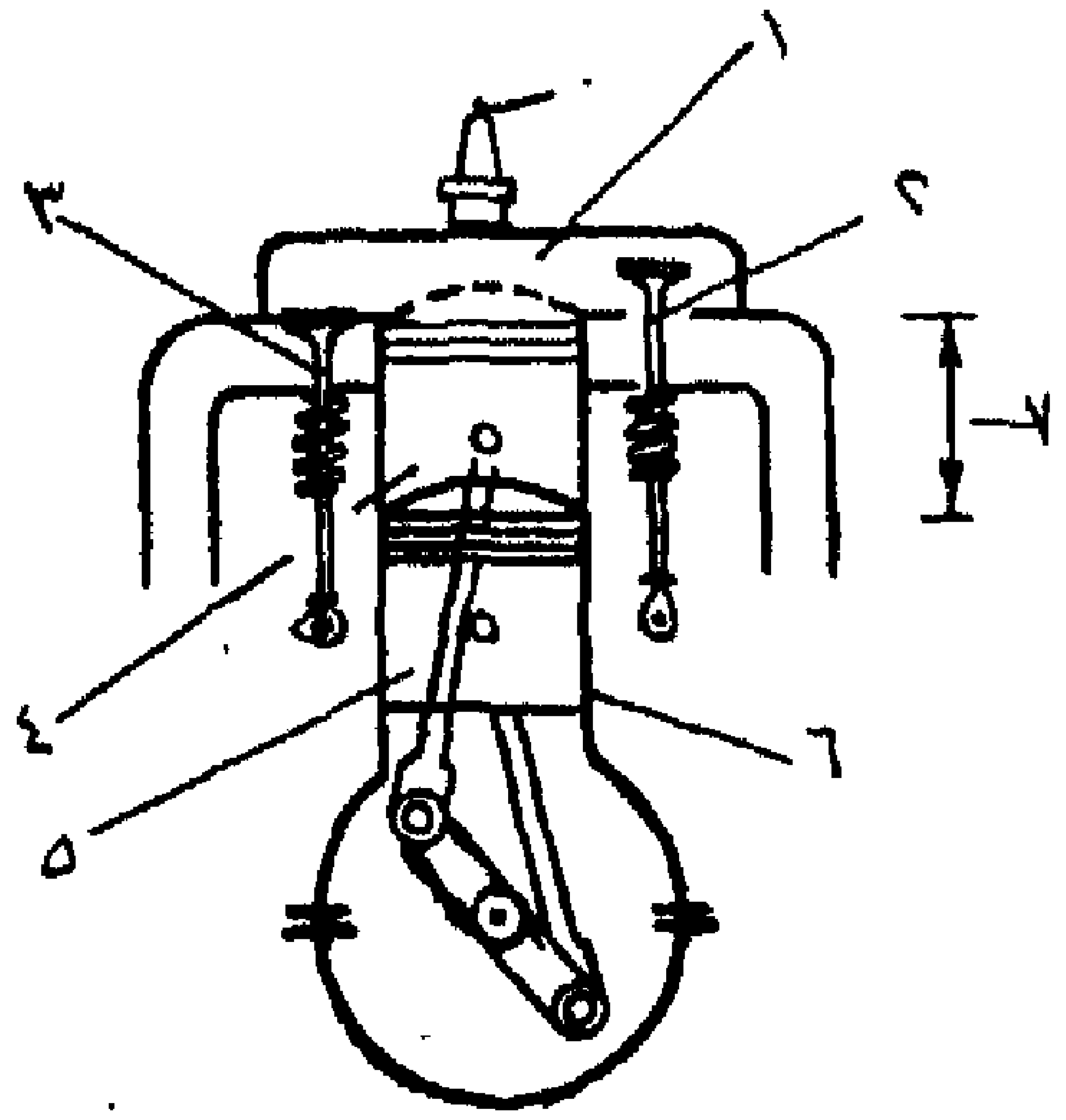
شوط الانضغاط .

شوط القدرة (أو التمدد) .

شوط العادم .

ولكفالة حدوث دورة ثابتة فى المحرك يتحتم تزويد كل أسطوانة بصمام سحب لإمداد غرفة الاحتراق بها بالهواء الجديد ، اللازم لخليط الوقود والهواء ، فى الوقت المناسب ، وبالإضافة إلى ذلك يجب تزويد كل أسطوانة بصمام آخر للعادم لتصريف الغازات المحترقة فى الوقت المناسب كذلك .

ويبين الشكل ٢٥ دورة المحرك البنزين الرباعي الأشواط .



شكل (٢٥) : دورة المحرك البنزين الرباعى الأشواط
١ – غرفة الاحتراق
٢ – صمام السحب
٣ – صمام العادم
٤ – الكباس (بالقرب من النقطة الميتة العليا)
٥ – الكباس (بالقرب من النقطة الميتة السفلى)
٦ – الأســطوانة
٧ – الشوط (المشوار)

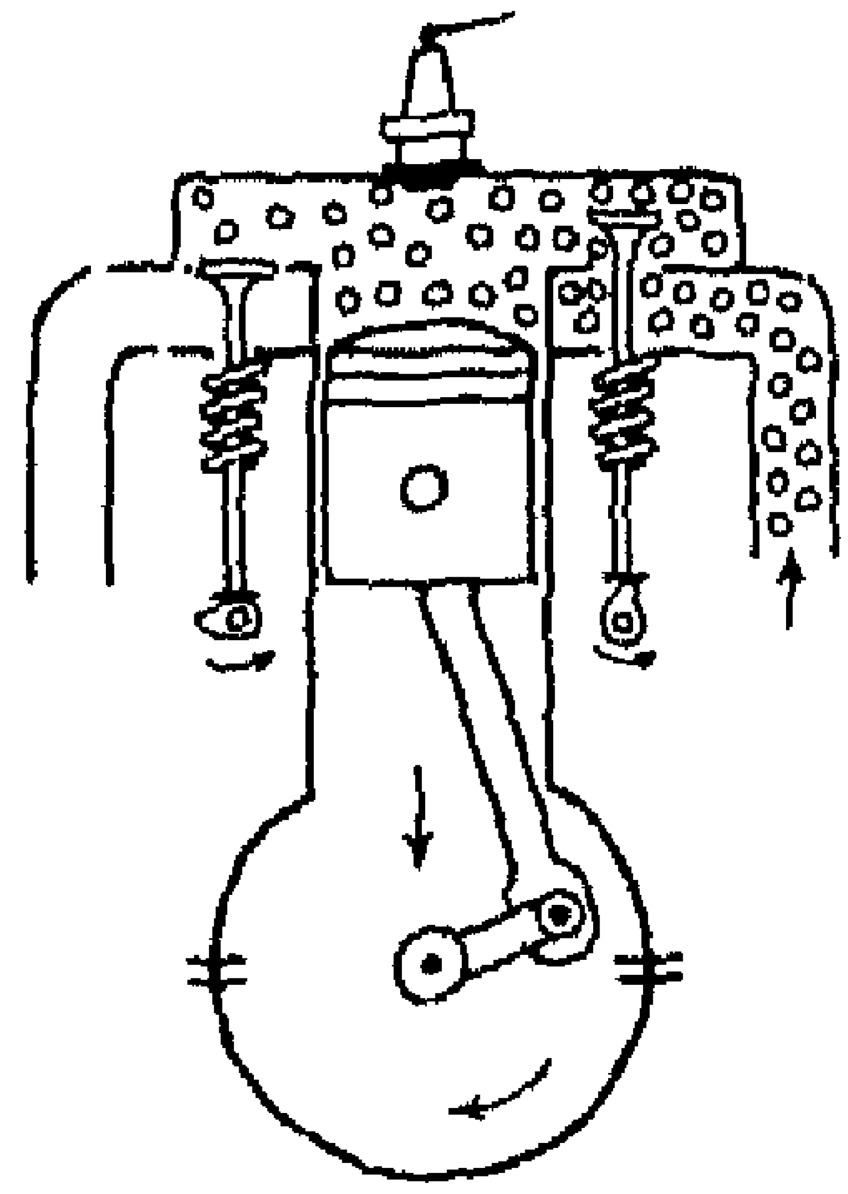
وفى المحرك البنزين يشعل خليط الوقود والهواء بوساطة شرارة كهربائية تنبعث بين قطبى (إلكترودى) شمعة الشرر (البوجيه) .

وتسمى طريقة الإشعال هذه باسم الإشعال بالشرر ، وهى تختلف عن الإشعال بالانضغاط فى دورة الديزل حيث يشتعل الخليط – المتحصل عليه بعد حقن الوقود – تلقائيا نتيجة الحرارة المرتفعة الناشئة من الانضغاط . وهذه الطريقة للاشتعال تعرف باسم الاشتعال بالانضغاط أو الإشتعال التلقائى (الذاتى) .

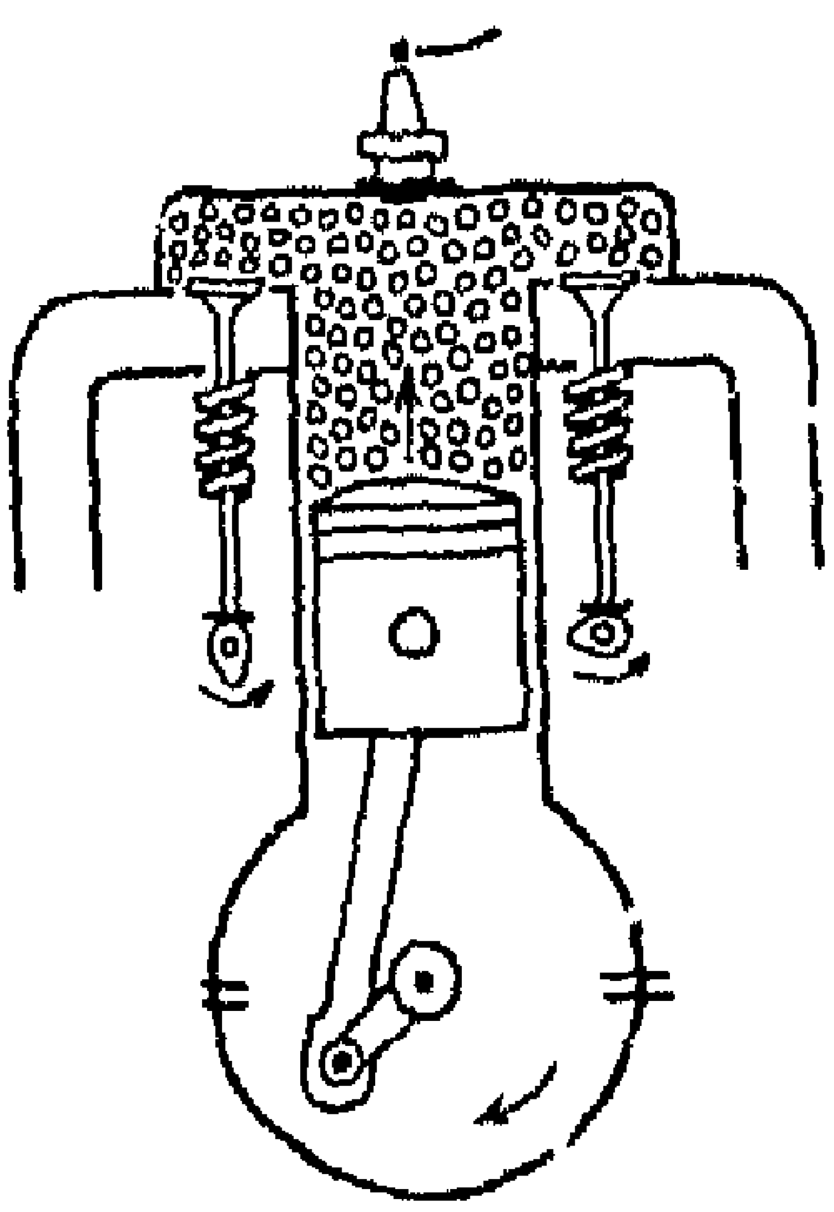
(ب) العمليات التى تحدث فى أسطوانة المحرك الرباعى الأشواط

الشوط الأول – السحب :

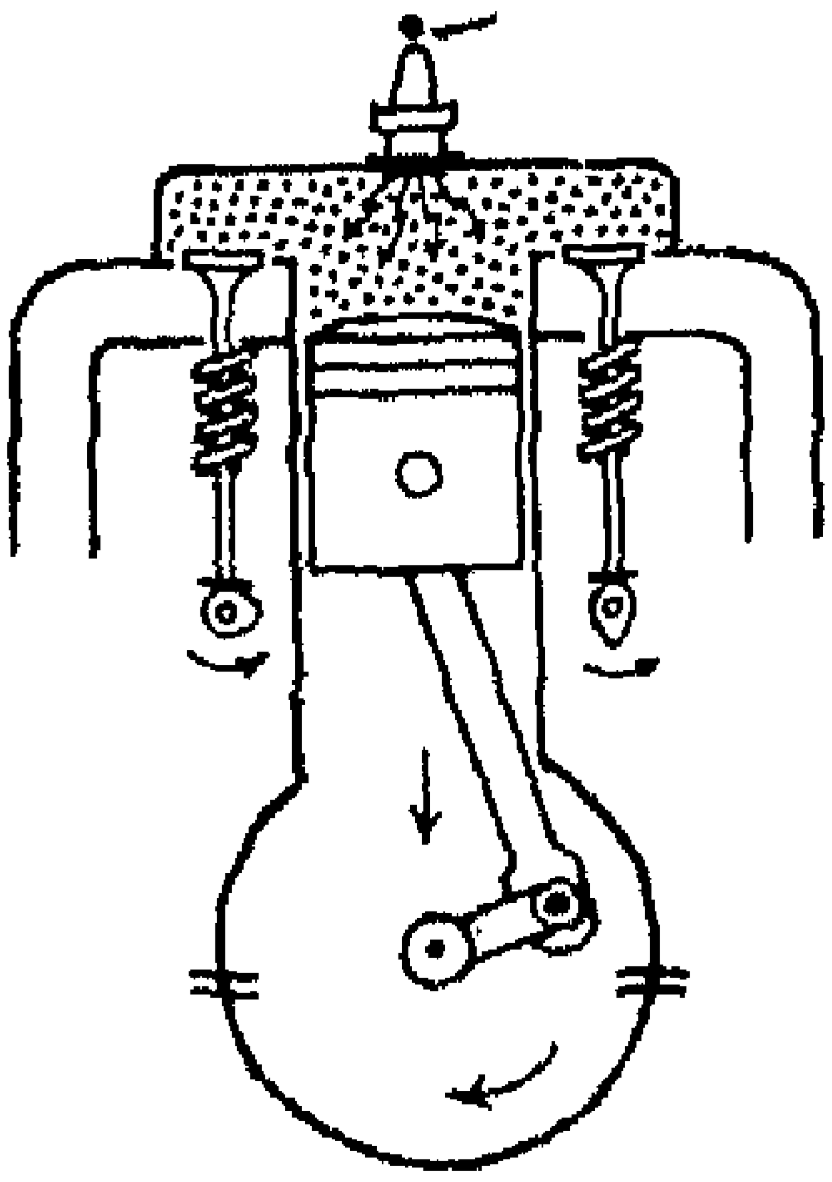
فى أثناء الشوط الأول – شوط السحب – يتحرك الكباس فى اتجاه النقطة الميتة السفلى ، وحينئذ يكون صمام السحب مفتوحا ، ونتيجة لضغط الهواء المحيط المرتفع نسبيا فإن الهواء الجديد (فى المحرك الذى يتم فيه الاشتعال بالانضغاط) أو خليط الوقود والهواء (فى المحرك البنزين) يمر خلال خطوط (مواسير) السحب إلى غرفة الاحتراق . ويظل صمام العادم فى هذه الحالة مغلقا . وفى هذه الأثناء يكون العمود المرفقى قد أتم نصف لفة من لفاته (شكل ٢٦) .



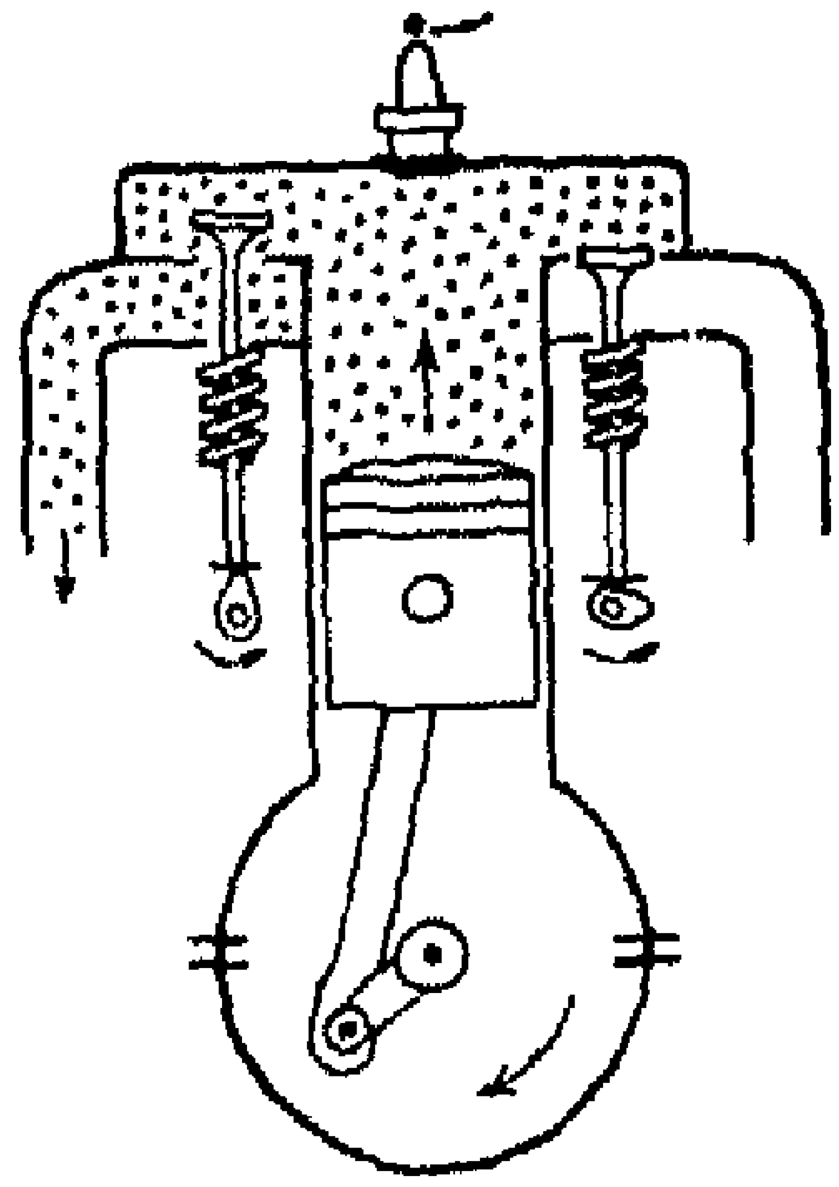
شكل (٢٦) : الشوط الأول — السحب



شكل (٢٧) : الشوط الثانى — الانضغاط



شكل (٢٨) : الشوط الثالث — التمدد
أو أداء الشغل



شكل (٢٩) : الشوط الرابع — العادم

الشوط الثانى — الإنضغاط :

يتحرك الكباس إلى أعلى فى اتجاه النقطة الميتة العليا . ويكون الصامان مغلقين كليهما بحيث ينضغط خليط الوقود والهواء (أو الهواء فقط ، حسب الحال) المحبوس فى غرفة الاحتراق . وباكتمال الشوط الثانى يكون العمود المرفقى قد أتم لفة كاملة من لفاته (الشكل ٢٧) .

الشوط الثالث — التمـدد :

بالنسبة للمحرك البنزين يشعل خليط الوقود والهواء المنضغط فى غرفة الاحتراق بوساطة الشرارة الكهربائية المنبعثة من شمعة الشرر (البوجيه) . أما فى المحرك الذى يتم فيه الاشتعال بالانضغاط فيبدأ حقن الوقود قبل وصول الكباس إلى النقطة الميتة العليا بقليل . ويختلط الوقود المحقون بالهواء الساخن المنضغط فيشتعل الخليط ذاتيا نتيجة درجة الحرارة المرتفعة الناشئة

من الانضغاط . وفى كلتا الحالتين تتمدد الغازات العادمة دافعة أمامها الكباس إلى أسفل . وباكتمال الشوط الثالث يكون العمود المرفق قد أتم لفة ونصف اللفة (الشكل ٢٨) .

الشوط الرابع – العـــادم :

يتحرك الكباس فى اتجاه النقطة الميتة العليا ، فى حين يكون صمام العادم مفتوحا و تنصرف الغازات الموجودة فى غرفة الاحتراق عن طريق صمام العادم، نظرا لارتفاع ضغطها عن الضغط الجوى . ويتم الكباس كسح البقية الباقية من الغازات . وباكتمال الشوط الرابع يكون العمود المرفق قد أتم لفتين كاملتين (الشكل ٢٩) .

(ج) خصائص الدورة الرباعية الأشواط :

لتحقيق كفاءة عالية للمحرك ينبغى ملء غرفة الاحتراق بالكامل بخليط الوقود والهواء ، أو بالهواء الجديد فقط فى حالة محرك الاشتعال بالانضغاط ، ولهذا السبب يفتح صمام السحب قبل وصول الكباس إلى النقطة الميتة العليا بقليل ، أى قبل انتهاء تصريف الغازات العادمة . ومن الضرورى إجراء ذلك لأن عملية فتح صمام السحب من البداية حتى يكتمل انفتاح فتحة السحب تستغرق بعض الوقت عموما ، مهما كان ذلك الوقت ضئيلا .

وإذا أخذ فى الاعتبار أن الكباس يتحرك فى الاسطوانة بسرعة عالية ، لتبين أن الفترة الزمنية اللازمة لفتح الصمام كافية للكباس ليتحرك تلك المسافة القصيرة إلى النقطة الميتة العليا . وعندما يتحرك الكباس إلى أسفل يكون صمام السحب مفتوحا بالكامل .

وينفتح صمام العادم كذلك قبل اكتمال شوط القدرة بقليل ، أى قبل وصول الكباس إلى النقطة الميتة السفلى . وهذا يكفل تصريف الغازات المنضغطة بسرعة وبالكامل . وبالإضافة إلى ذلك فإن الكباس لا تواجهه إلا مقاومة صغيرة جدا فى تصريف الغازات المتبقية من الأسطوانة ، وهذا له تأثير على كفاءة المحرك .

وحرارة الاحتراق المتولدة نتيجة نسبة الانضغاط العالية فى غرف الاحتراق بمحركات الاشتعال بالانضغاط تتراوح بين ٥٥٠ م وبين ٧٠٠° م .

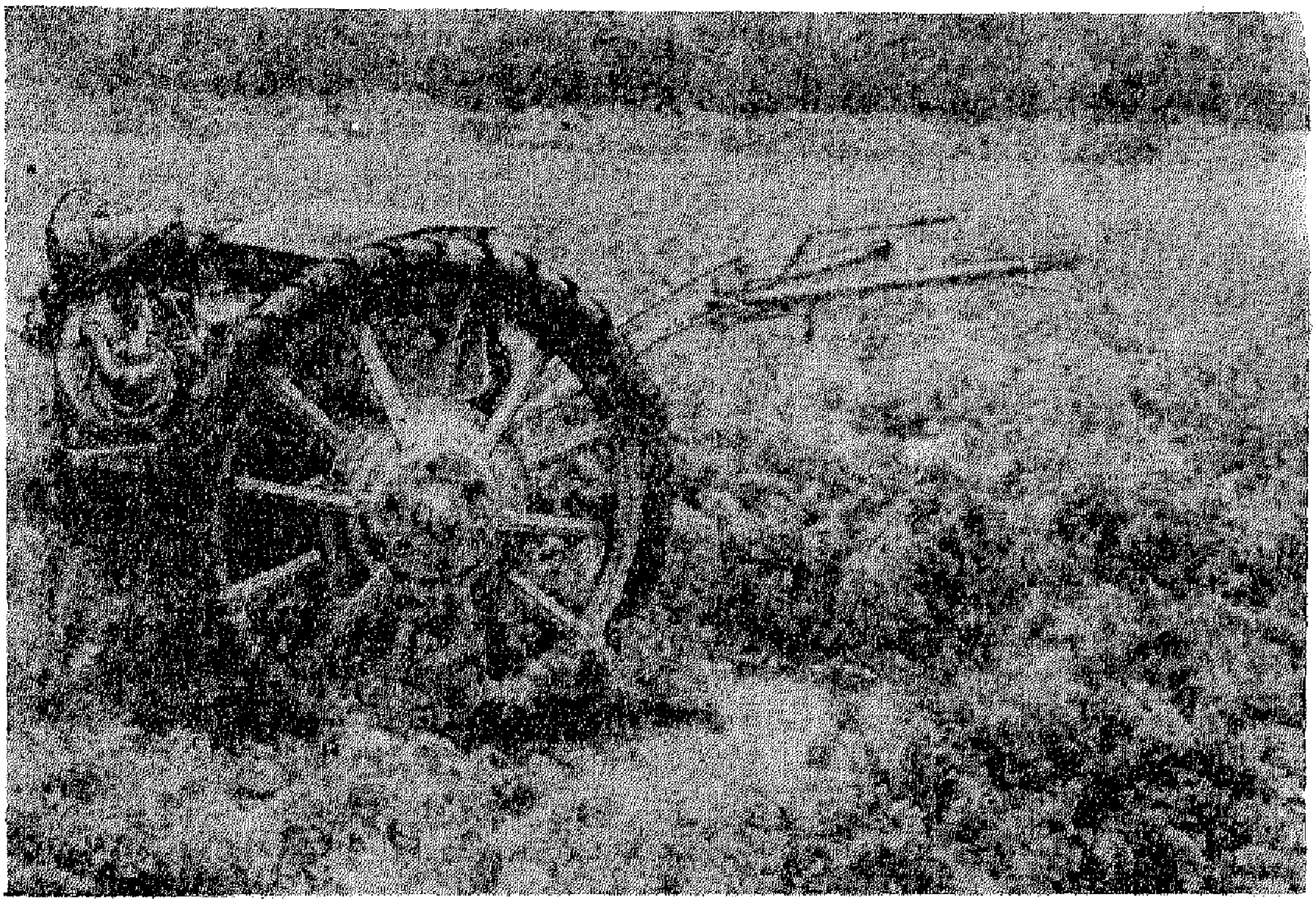
ودرجة حرارة اشتعال الوقود الديزل اللازمة لتحقيق الاشتعال الذاتى هى عادة حوالى ٣٥٠°م . وعلى العكس من المحرك البنزين الذى لا يستخدم فيه إلا الوقود السريع التطاير ، فإن المحرك الذى يتم فيه الاشتعال بالانضغاط يستخدم فيه الوقود غير القابل للتطاير ، وهذه الأنواع من الوقود أو الزيوت الثقيلة تتم تذريتها وقت حقنها خلال فوهة الحقن ، فى غرفة الاحتراق تحت ضغوط تتراوح بين ٦٥ ضغط جوى وبين ٣٠٠ ضغط جوى ، وبذلك تختلط بالهواء المضغوط .

٣ – المحركات الثنائية الأشواط

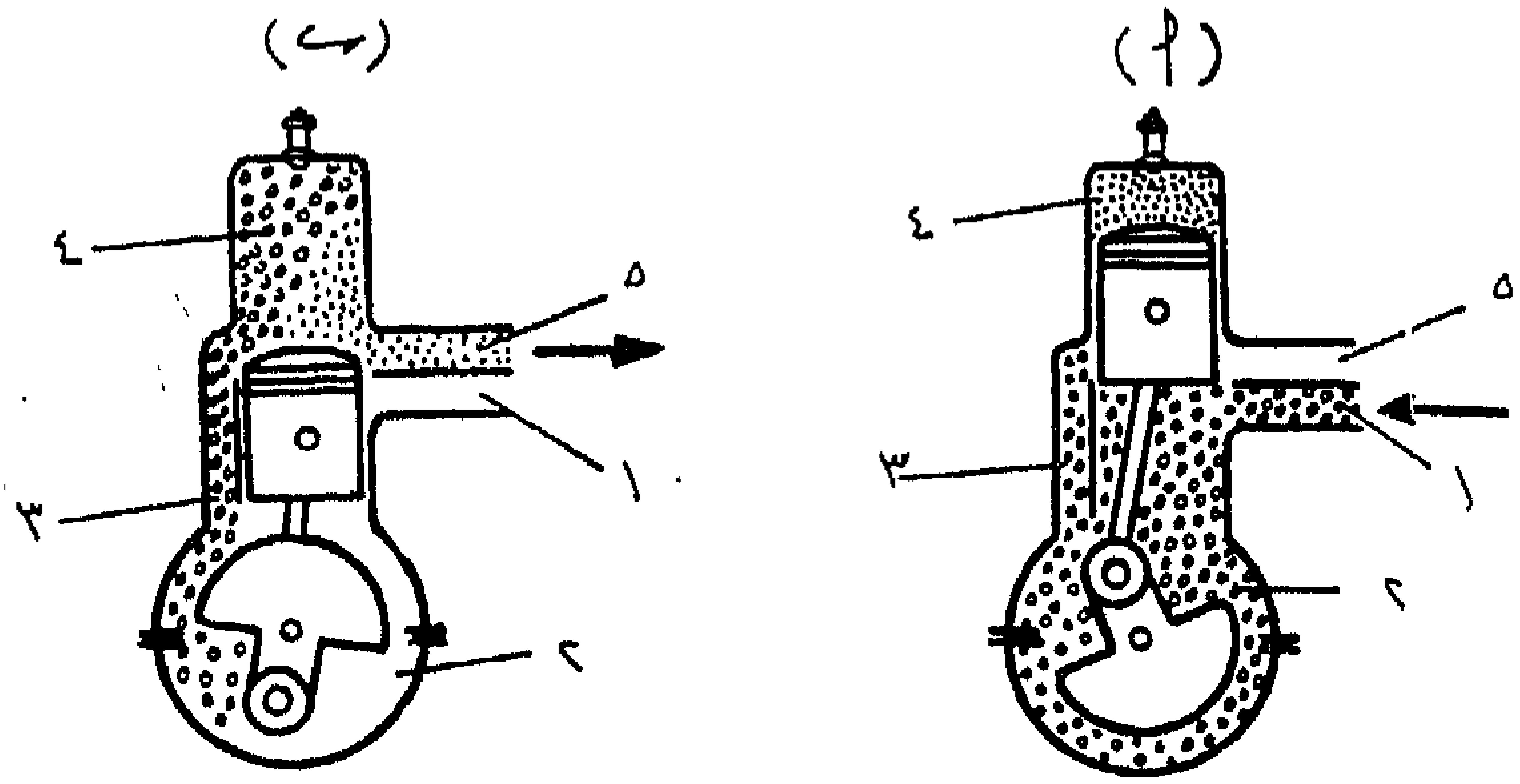
(ا) التصميم

إلى جانب الدورة الرباعية الأشواط السابق شرحها ، هناك الدورة الثنائية الأشواط التى ثبت نجاحها فى مجالات التطبيق العملى . وينبغى التذكير بأن سيارات الركوب الصغيرة وعربات النقل (اللوارى) مزودة بالمحركات الثنائية الأشواط ، كما أن الجرارات الخفيفة تشغل هى الأخرى حديثا على أساس هذه الدورة . ويوضح الشكل ٣٠ جرارا بعجلتين مزودا بمحرك ثنائى الأشواط ، ويستخدم فى أعمال الغابات وفلاحة البساتين . وللدورة الثنائية الأشواط عدة سمات خاصة يجب أخذها فى الاعتبار عند التشغيل والصيانة .

فالمحرك الثنائى الأشواط لا يزيت بنفس الطريقة التى يزيت بها المحرك الرباعى الأشواط ، أى عن طريق دورة تزييت مستقلة (انظر تزييت المحرك) . وإنما يتم تزييته بخليط من زيت الموتورات والوقود بنسبة ١ إلى ٢٥ (أى بإضافة لتر واحد من زيت الموتورات إلى ٢٥ لترا من الوقود) أو بنسبة ١ إلى ٢٠ ، أو ١ إلى ٣٣ . ويدخل هذا الخليط من الوقود والزيت والهواء إلى غرفة الاحتراق بطريق السحب الطبيعى أو السحب الجبرى .



شكل (٣٠) : جرار بعجلتين (بمحرك بنزين ثنائى الأشواط ، باسطوانة واحدة حجمها المزاح ١٤٣ م^{3} ، وقدرته الحصانية ٣,٥ . المنتج : Saxonia Bernburg) .



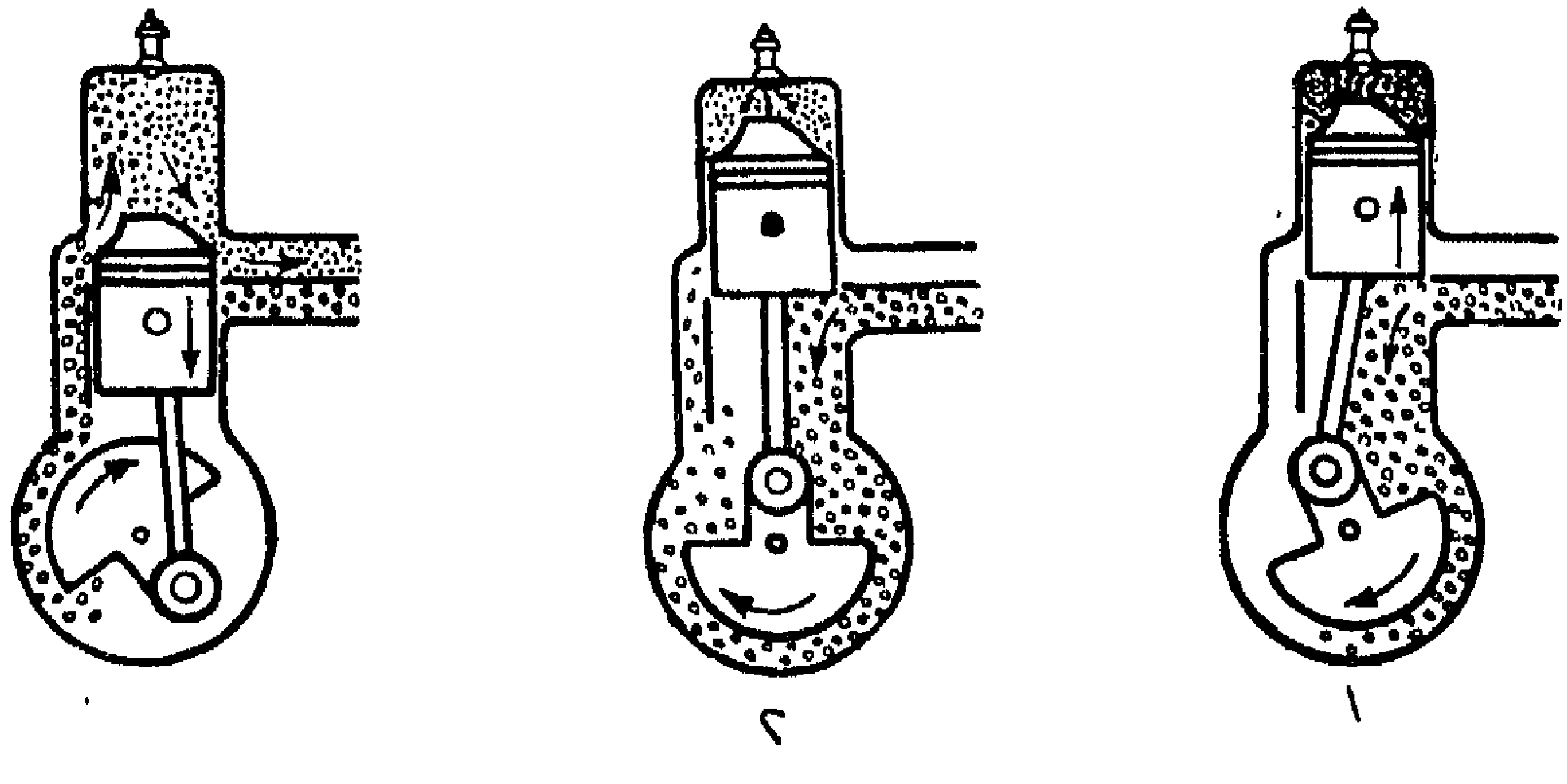
شكل (٣١) : دورة المحرك البنزين الثنائية الأشواط

(ا) فتحة السحب مفتوحة ، ويمر خليط الوقود والهواء إلى علبة المرفق حيث ينضغط انضغاطا متقدما .

(ب) فتحة العادم مفتوحة ، ويمر خليط الوقود والهواء خلال فتحة الانتقال إلى غرفة الاحتراق .

١ – فتحة السحب ٣ – فتحة الإنتقال ٥ – فتحة العادم

٢ – علبة المرفق ٤ – غرفة الاحتراق



شكل (٣٢) : دورة المحرك البنزين الثنائية الأشواط – الشوط الأول شكل (٣٣) : الشوط الثانى

١ – الانضغاط فى غرفة الاحتراق

٢ – يبدأ الاشعال بشرارة

وبالإضافة إلى ذلك فإن المحرك الثنائى الأشواط ليست به صامات . وإنما يدخل الخليط فيه عن طريق فتحة السحب إلى علبة المرفق – المحكمة ضد تسرب الهواء – حيث يتم ضغطه ضغطا

متقدما ، ثم يدفع إلى غرفة الاحتراق عن طريق قنوات وفتحات تسمى قنوات الفائض ، وفتحات الانتقال (شكل ٣١) . وتنصرف الغازات المحترقة عن طريق فتحة العادم .

وفى حين تنبنى دورة المحرك الرباعية الأشواط على أساس دوران العمود المرفق لفتين كاملتين ، فإن دورة المحرك الثنائية الأشواط لا تتطلب دوران هذا العمود إلا لفة واحدة . ويتم السحب والانضغاط فى شوط واحد، بينما يتم التمدد والعادم فى الشوط الثانى للكباس : وقد أصبح من الممكن أداء كل عمليتين متتاليتين فى شوط واحد بنجاح نظرا لحدوث جزء منهما فى علبة المرفق .

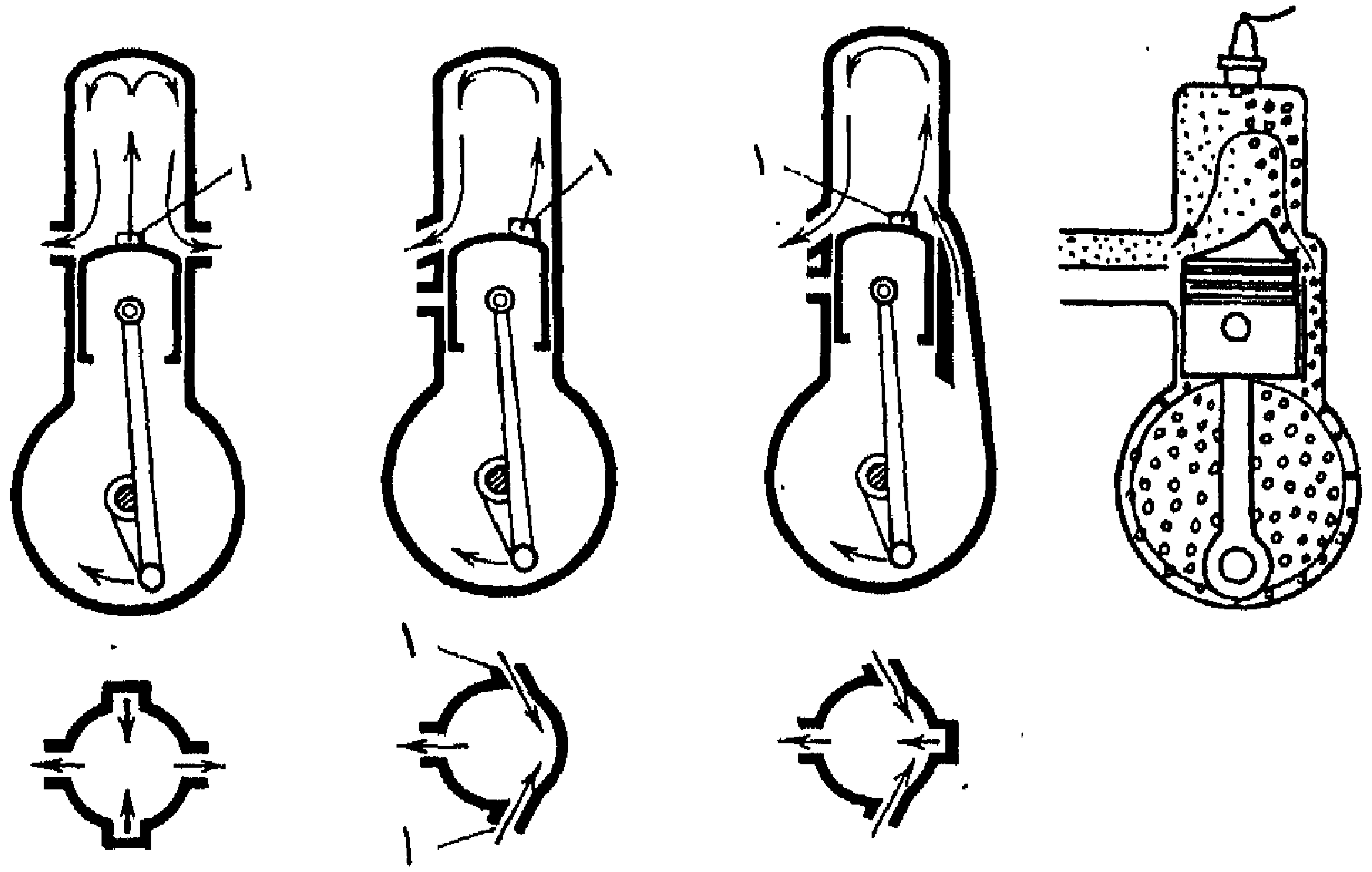
(ب) العمليات التى تحدث فى علبة المرفق والأسطوانة بالمحرك الثنائى الأشواط

الشوط الأول — السحب والانضغاط :

يتحرك الكباس إلى النقطة الميتة العليا ضاغطا الخليط الموجود فى غرفة الاحتراق ، وفى الوقت نفسه يكشف الطرف السفلى للكباس إحدى فتحات السحب ، وينشأ تخلخل (تفريغ) فى علبة المرفق نتيجة حركة الكباس إلى أعلى بحيث يتمكن الهواء (الجديد) من الدخول . وفى هذه الحالة يكون العمود المرفق قد أتم نصف لفة من لفاته (شكل ٣٢) .

الشوط الثانى — التمدد والعادم :

قبل وصول الكباس إلى النقطة الميتة العليا مباشرة يشعل الخليط بوساطة الشرارة المنبعثة من شمعة الشرر (البوجيه) . ويدفع الكباس إلى أسفل نتيجة ضغط الغازات المتمددة عليه . وهذا



شكل (٣٤) : الكسح بكباس حارف

شكل (٣٥) : الكسح المنعكس

شكل (٣٦) : الكسح ذو السريان الثلاثى الإتجاهات — فتحات الانتقال

شكل (٣٧) : الكسح ذو السريان المستعرض

يعنى أداء الشغل المطلوب . وبانزلاق الكباس إلى أسفل فإنه يضغط الخليط فى علبة المرفق ، كاشفا فى الوقت نفسه فتحات الإنتقال . وبالتالى يدخل الوقود المخلوط إلى غرفة الاحتراق فيملؤها ، فى حين تنصرف الغازات المحترقة المضغوطة عن طريق فتحة العادم . وفى هذه الحالة يكون العمود المرفقى قد أتم لفة كاملة (شكل ٣٣) .

(ج) خصائص الدورة الثنائية الأشواط

مع بداية ابتكار المحرك الثنائى الأشواط ظهرت بعض الصعوبات فى عملية دفع الخليط الجديد إلى غرفة الاحتراق ، وعملية التخلص من الغازات المحترقة (عملية الكسح) .

وقد أمكن التغلب على هذه الصعوبات بتزويد رأس الكباس بجزء حارف . والكباسات الحارفة توجه الخليط ، الوارد من فتحة الانتقال إلى غرفة الاحتراق ، إلى أعلى .

وهذا التصميم ، على أية حال ، يسمح لجزء من الخليط الجديد بالهروب مع الغازات المحترقة عن طريق فتحة العادم (شكل ٣٤) .

وهناك فعل مماثل أمكن الحصول عليه عن طريق كباس له شكل آخر ، وهو الكباس المائل الرأس .

وعمليات الكسح الحديثة الشائعة الاستخدام هى : الكسح المنعكس (شكل ٣٥) ، والكسح ذو السريان الثلاثى الاتجاهات (شكل ٣٦) ، والكسح ذو السريان المستعرض (شكل ٣٧) . والكباسات المستخدمة فى هذه العمليات لها رؤوس مسطحة . وتتوقف كفاءة أداء عمليات الكسح هذه أساسا على مقاسات فتحات الكسح والعادم وشكلها وترتيبها . وتدفع موجات من الغاز الجديد من خلال عدة فتحات إلى غرفة الاحتراق حيث تسرى فى حركة دوامية ، وبذلك تكفل الملء التام للغرفة بالخليط ، وكذلك التصريف الكامل للغازات المحترقة .

(د) المحركات الديزل الثنائية الأشواط

استخدم المحرك الديزل الثنائى الأشواط فى صناعة الجرارات خلال السنوات القليلة الماضية . وهو يتميز عن المحرك البنزين الثنائى الأشواط بوجود صمام عادم يجرى التحكم فيه بوساطة حدبة (كامة) . ويتكون المحرك الديزل الثنائى الأشواط عادة من ثلاث أسطوانات إلى سبع أسطوانات ، والحجم المزاح فيه هو ١,٥ لتر لكل اسطوانة فى المتوسط .

ونظرا لأن هذه المحركات لها خصائص ممتازة فيما يتعلق ببدء حركتها ، حتى فى درجات الحرارة المنخفضة ، لذلك فإنه يفضل فيها اتباع طريقة الحقن المباشر (انظر : معدات حقن الوقود) . ويتراوح ضغط الحقن بين ١٧٥ ضغط جوى وبين ٢٣٠ ضغط جوى .

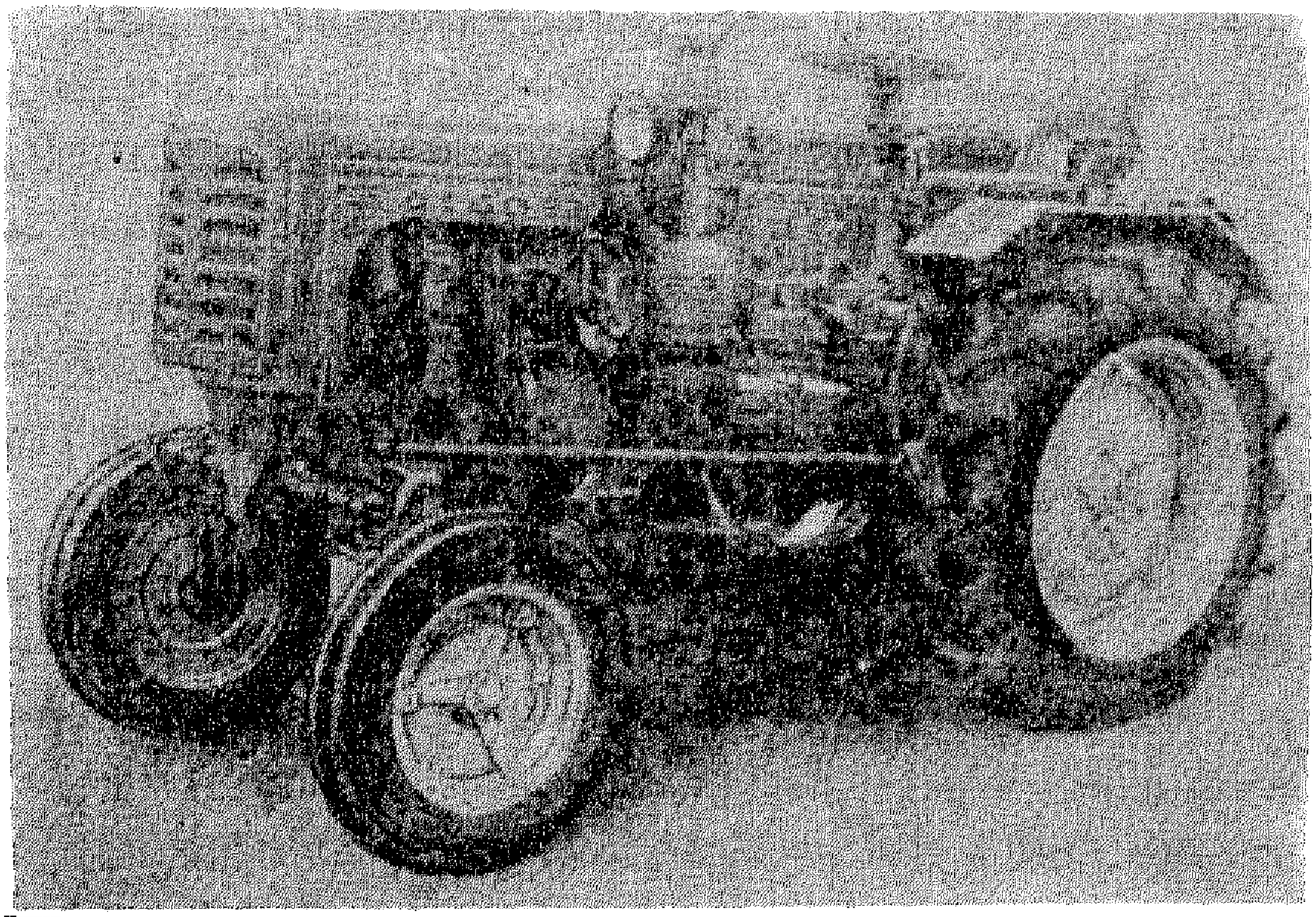
الفصل الرابع
مكونات المحرك ووظائفها

١ – عــام

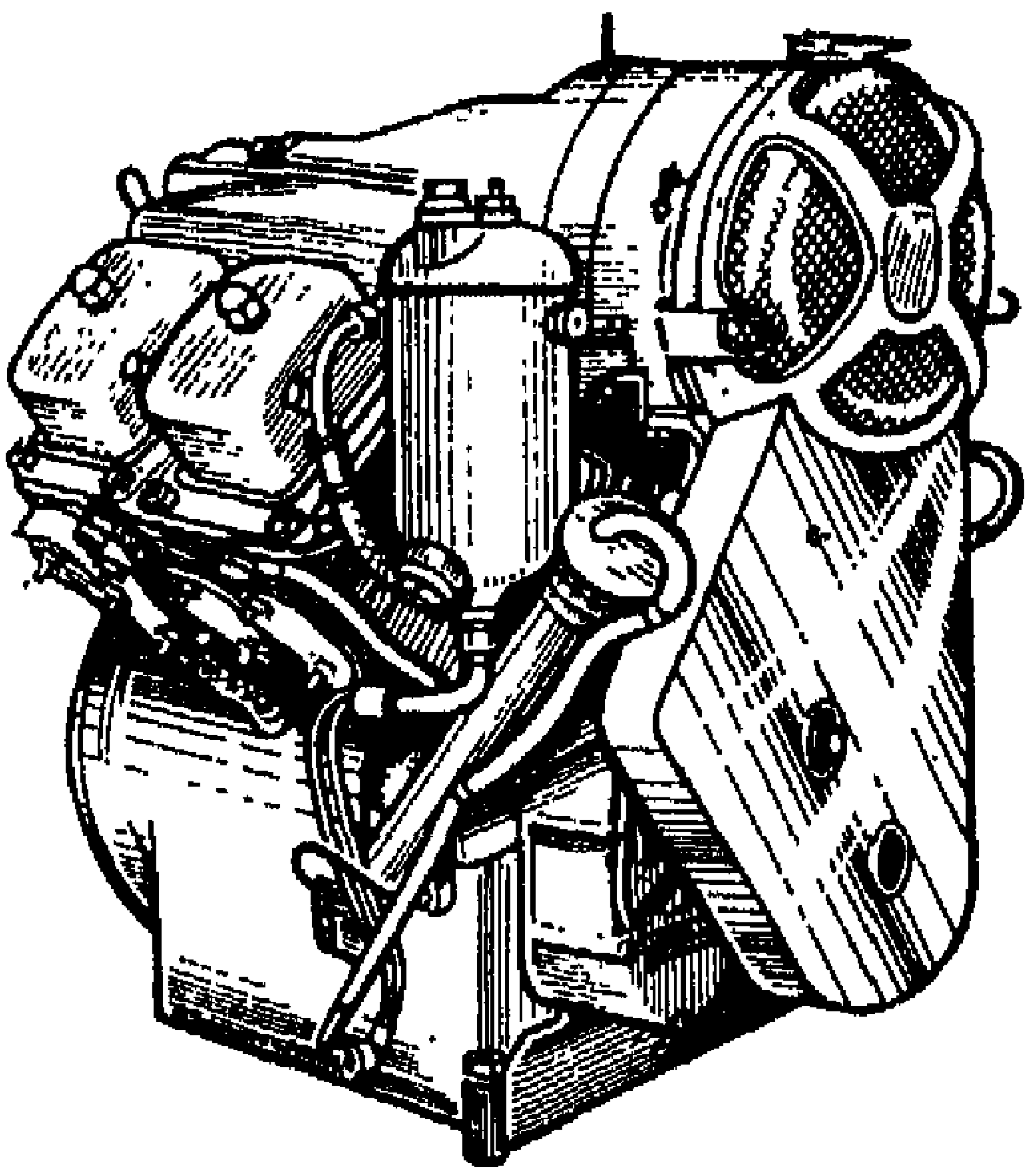
لمحركات الاحتراق الداخلي تصميمات مختلفة تتوقف على الغرض من استخدامها . ومن سمات التصميم الهامة عدد الأسطوانات بالمحرك .

وفى الوقت الحاضر لا تستخدم المحركات ذوات الأسطوانة الواحدة إلا فى الموتوسيكلات والجرارات الصغيرة . وتعمل هذه المحركات وفقا للدورة الثنائية الأشواط والدورة الرباعية الأشواط على حد سواء (شكل ٣٨) .

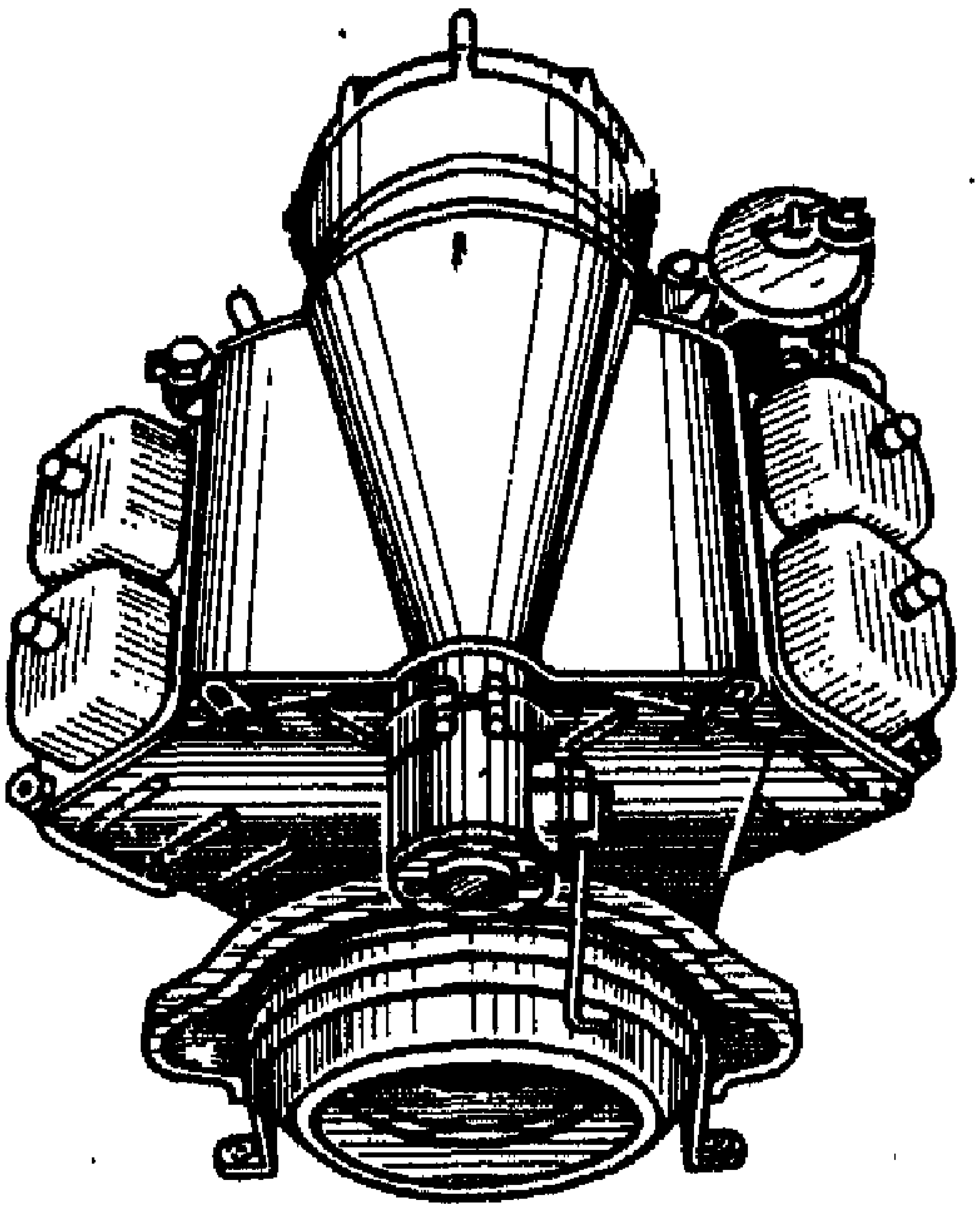
والمحركات الرباعية الأسطوانات قد تكون أسطواناتها رأسية وفى صف واحد (شكل ٣٩) ، أو مائلة وتتخذ شكل الحرف V (شكل ٤٠) .



شكل (٣٨) : جرار ذو عجلات ، ومحركه رباعى الأشواط بأسطوانة واحدة . (الطراز : DT-20 بمحرك رباعى الأشواط عند ١٦٠٠ لفة فى الدقيقة . من إنتاج : الاتحاد السوفييتى)



شكل (٣٩) : محرك ديزل رباعي الأشواط بأربع أسطوانات تبريد هواء، يركب في جرار المعدات طرز : RS 09. الحجم المزاح ١٦٠٠ سم^{٣} ، وقدرته الحصانية ٢٥ ، ونسبة الانضغاط به ٢٠ : ١ المنتج VEB Traktorenwerk Schönebeck. G.D.R



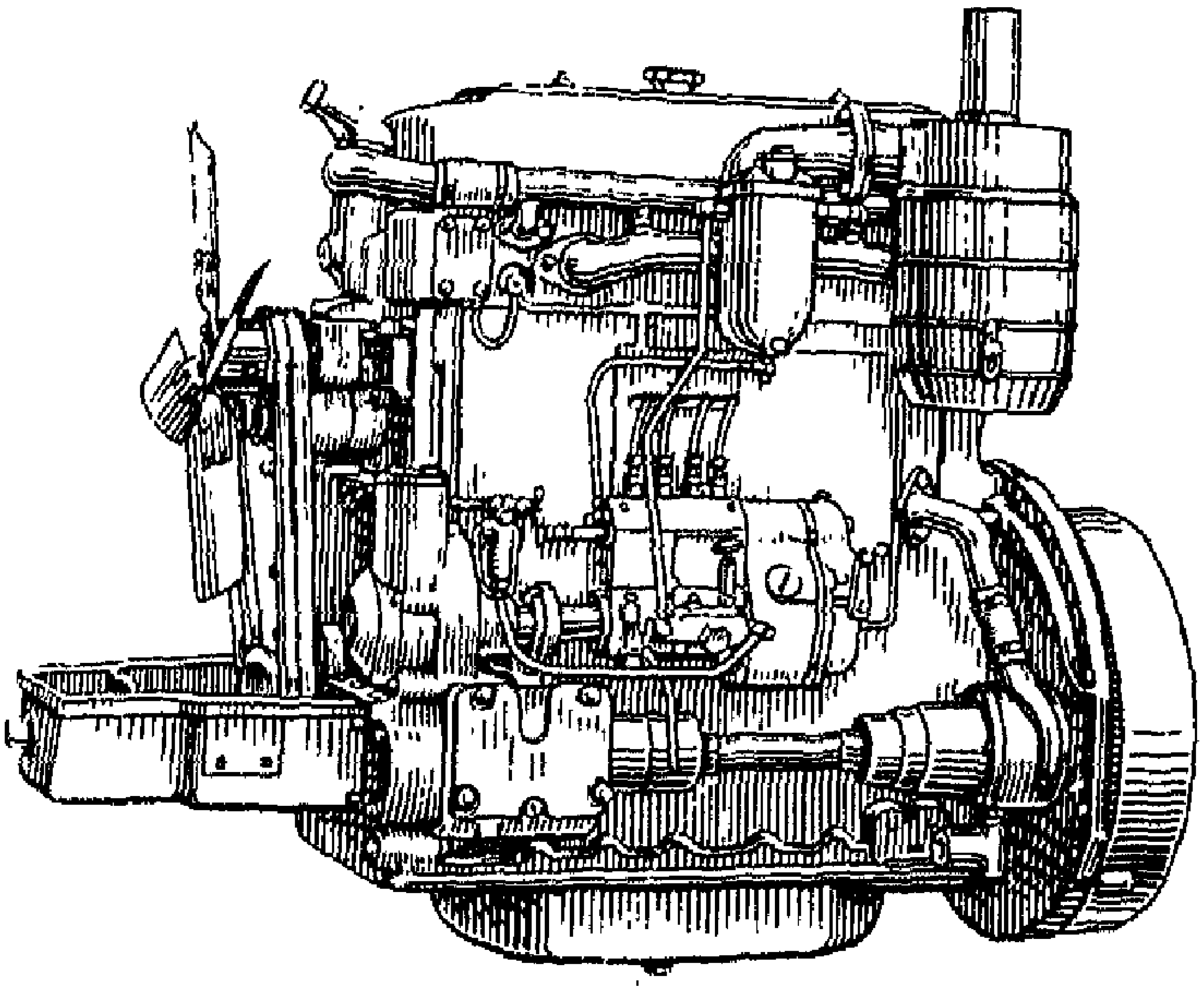
شكل (٤٠) : محرك على شكل حرف (V) يستخدم في جرار المعدات طرز : RS09. ويرى بوضوح الترتيب المتقابل للاسطوانات

وتصمم المحركات ذوات الأسطوانات الثلاث أو الأربع ، أو المتعددة الأسطوانات ، بحيث تكون أسطواناتها عادة في صف واحد (شكل ٤١) . وقد تكون أسطوانات منفصلة عن بعضها البعض أو متحدة في كتلة واحدة (هي كتلة الأسطوانات) . وتستخدم ترتيبة الأسطوانات المنفصلة عن بعضها البعض في المحركات تبريد الهواء أساسا (شكل ٤٢) .

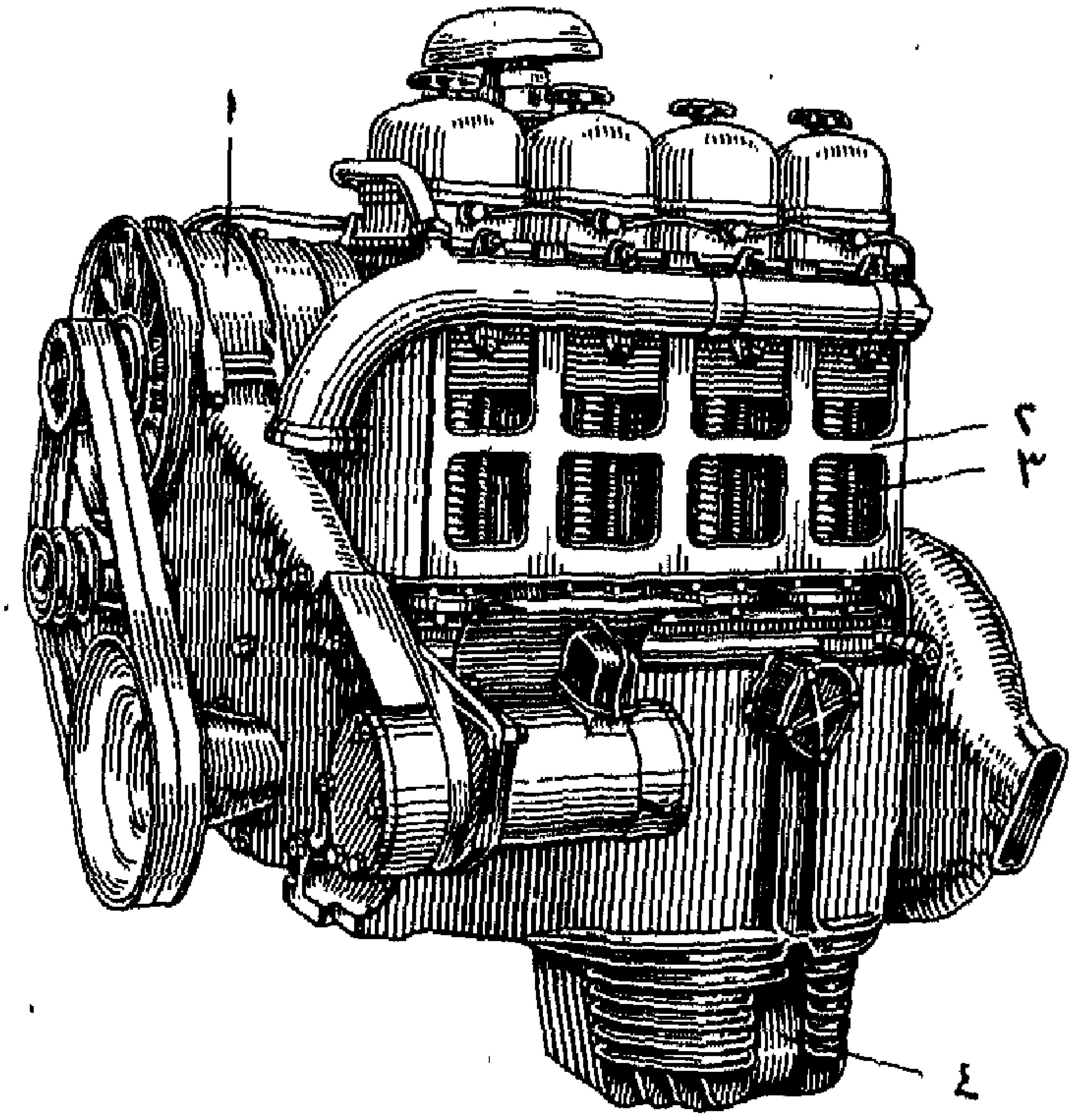
والوحدات الرئيسية في محركات الإحتراق الداخلي هي :

- كتلة المحرك (كتلة الأسطوانات) .
- المجموعة المرفقية (الكباس ، وذراع التوصيل ، والعمود المرفق) .
- مجموعة توقيت الحركة (عمود الكامات ، والصمامات ، وآلية تشغيل الصمامات)

- المجموعات التكميلية (المغذى « الكاربوراتير » أو معدات حقن الوقود الديزل ، ودورة الوقود ، ومرشح الهواء ، ومجموعة الإشعال أو شمعة التسخين ، ودورة التزييت ، ودورة التبريد) .



شكل (٤١) : محرك رباعى الأشواط أسطواناته فى صف واحد (محرك ديزل من الطرز : ٥٥ قدرة حصانية ، والحجم المزاح ٥٧٠٢ سم٣ ، من إنتاج : هانوماج Hanomag)



شكل (٤٢) : محرك تبريد هواء أسطواناته فى وصف واحد(الطرز : Garant 30 K ، محرك بنزين رباعى الأشواط بأربع أسطوانات ، ٥٥ قدرة حصانية ، الحجم المزاح ٣٠٠٠ سم٣ ، من إنتاج : VEB Kraft fahrzeugwerk Zittau)

١-مروحة
٢-لوح حارف للهواء
٣-زعانف تبريد فى كتلة الأسطوانات
٤-حوض الزيت مزود بزعانف تبريد

ونظرا لأن الحركة الترددية للكباس لا تخرج عن كونها حركة مستقيمة ، لذلك فإنها لا يمكن

الاستفادة منها فى إدارة الجرار إلا إذا حولت إلى حركة دورانية . ويتم أداء ذلك بوساطة ذراع التوصيل (البيل) والعمود المرفق . وقد تصل درجة الحرارة الناتجة من احتراق خليط الوقود والهواء فى الأسطوانة إلى ٢٠٠٠ م ، فى حين أن الحديد ينصهر عند حوالى ١٢٠٠ م . وتنصهر السبيكة الخفيفة عند حوالى ٦٥٠ م . ومن ثم فإن كتلة الأسطوانات والكباسات وحلقاتها لا يمكنها الصمود لدرجات حرارة الاحتراق إذا لم تتخذ حيالها إجراءات خاصة . لذلك يتحتم تهيئة وسيلة مناسبة لتبريدها . ويمكن الحصول على فعل التبريد ، من ناحية ، عن طريق الغازات الجديدة الباردة الواردة إلى غرفة الاحتراق فى أثناء شوط السحب ، كما يمكن – من ناحية أخرى – الحصول على هذا الفعل عن طريق دورة تبريد بالمياه أو دورة تبريد بالهواء ، بحيث يسرى كل من وسيطى التبريد بشكل مستمر حول الأسطوانات .

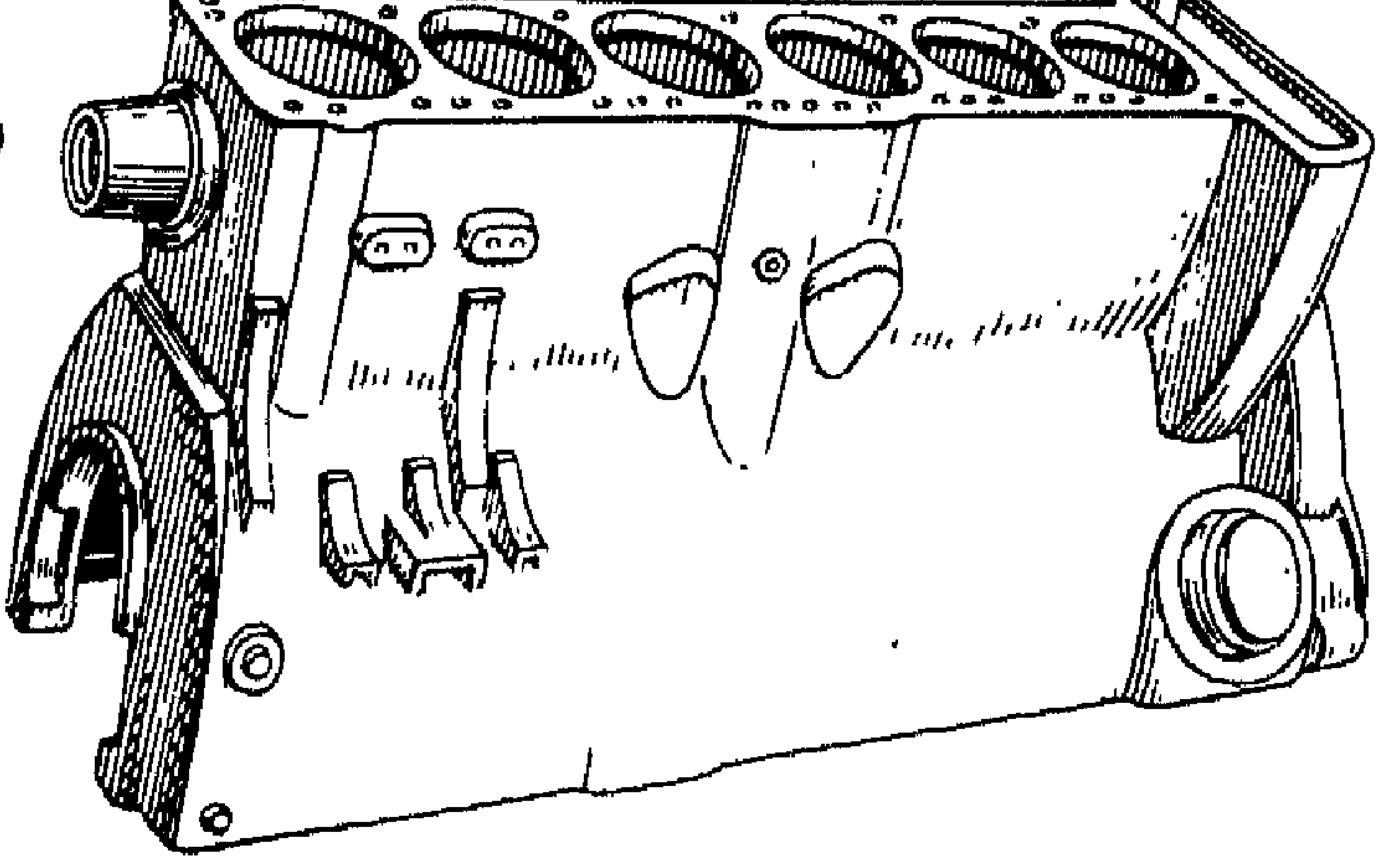
وفى غرفة الاحتراق تنزلق الأجزاء المعدنية على بعضها البعض فى عدة مواضع .

ومن المعروف أن الاحتكاك يولد حرارة . وبالتالى فقد يتمدد الكباس ويلتصق بالاسطوانة نتيجة حرارة الإحتكاك إذا لم تتخذ تدابير التزييت المناسبة لمنع حدوث ذلك . وللتقليل من حرارة الاحتكاك المتوالدة فى عدة مواضع من المحرك ، يلزم تزييت هذه المواضع كلية بزيت مناسب . وتتكون طبقة رقيقة من الزيت بين الأجزاء المعدنية المزيتة التى تنزلق على بعضها البعض مبددة الحرارة المتولدة بينها .

٢ – كتلة المحرك

(ا) كتلة الأسطوانات

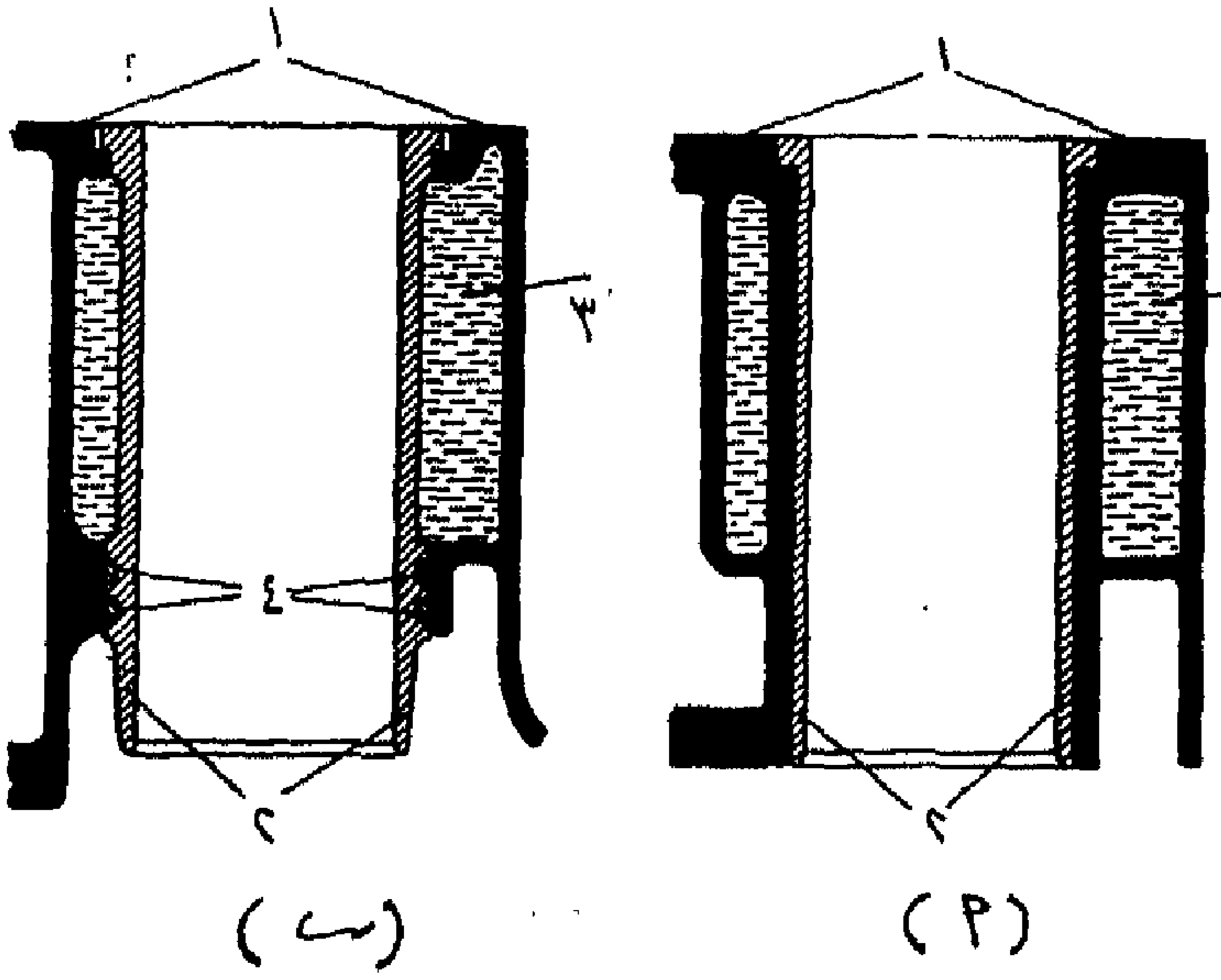
تتكون كتلة المحرك من كتلة (مجمع) الأسطوانات وعلبة المرفق ورأس الأسطوانات وحوض الزيت . ومن المألوف فى صناعة الجرارات صنع علبة المرفق وكتلة الأسطوانات معا كجزء واحد مسبوك يسمى الكتلة المجمعة للأسطوانات وعلبة المرفق . ويوضح شكل ٤٣ كتلة أسطوانات .



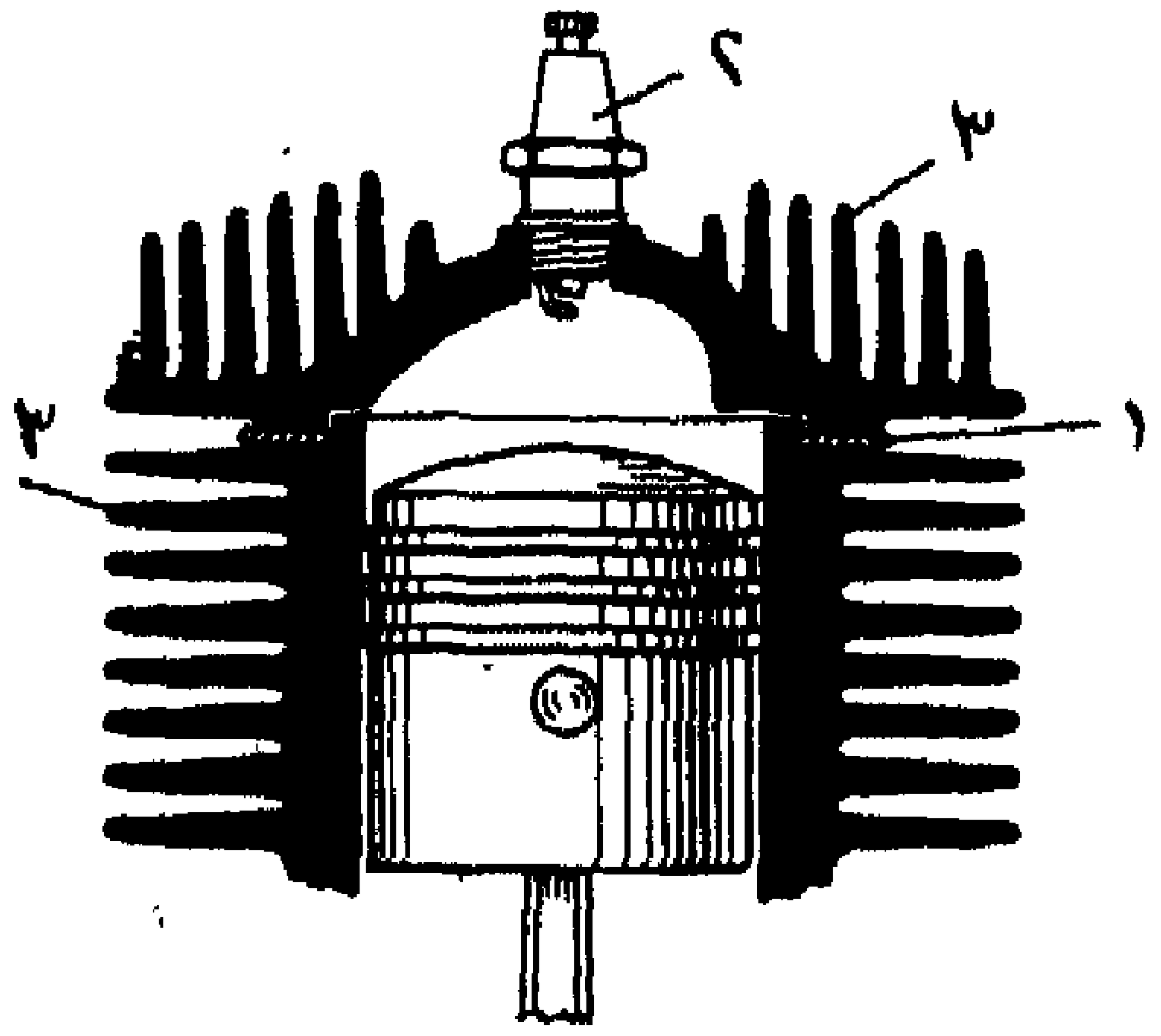
شكل (٤٣) : كتلة الاسطوانات وعلبة المرفق مجمعتان فى كتلة واحدة .

ويتحرك الكباس إلى أعلى وإلى أسفل فى تجويف الأسطوانة الذى يتحتم تشغيل (تشطيب) أسطحه الفعالة مكنيا بدقة . وبمرور الوقت تتآكل هذه الأسطح الفعالة . وينتج عن ذلك انخفاض ملحوظ فى كفاءة المحرك . وعلاوة على ذلك يفشل المحرك فى بدء حركته فور تشغيله ، كما يزداد استهلاك الوقود وزيوت التزييت بشكل ملحوظ ، ويصبح صوت المحرك عاليا .

وتزود كتل الأسطوانات عادة ببطائن (شميزات) . وهناك نوعان رئيسيان من بطائن الأسطوانات ، وهما : البطائن المبتلة التى تحيط بها مياه التبريد . والبطائن الجافة التى لا تلامسها مياه التبريد (شكل ٤٤) .



شكل (٤٤) :
بطائن الاسطوانات (الشميزات)
(أ) البطائن الجافة
(ب) البطائن المبتلة
١ – كتلة المحرك
٢ – بطانة الاسطوانة (الشميز)
٣ – مياه التبريد
٤ – حلقات الأحكام



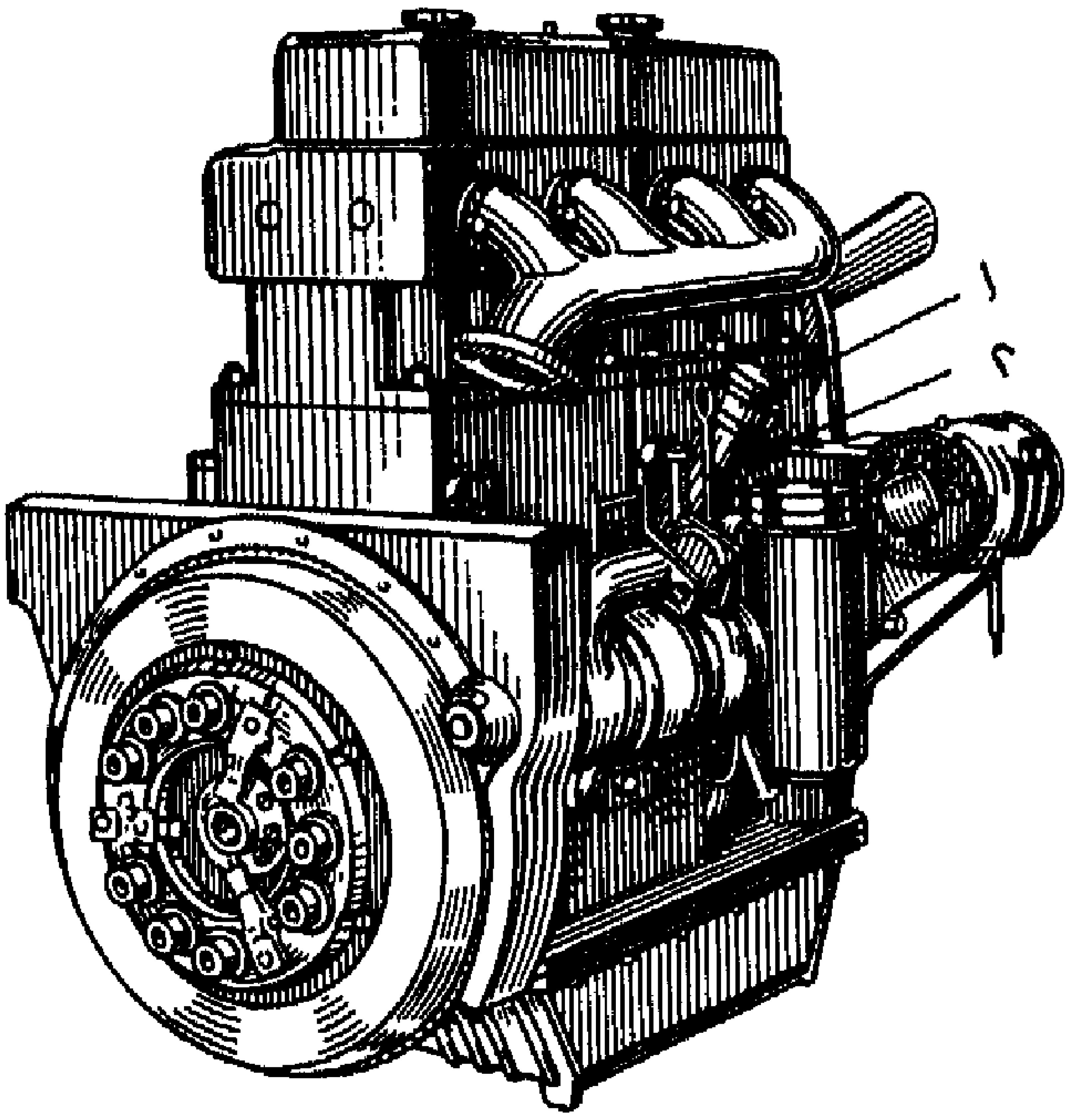
شكل (٤٥) : زعانف التبريد فى كتلة الأسطوانة ورأسها (وش السلندر)
١ – حشية رأس الاسطوانة (جوان وش السلندر)
٢ – شمعة الشرر (البوجيه)
٣ – زعانف التبريد

وتوجد بكتلة الأسطوانات فتحات لوصلات التحكم فى الصمامات ، وقنوات لمياه التبريد . وعلاوة على ذلك يوجد محبس تصريف فى أسفل موضع بالتجويف الذى يعمل بمثابة خزان لمياه التبريد فى الأسطوانة .

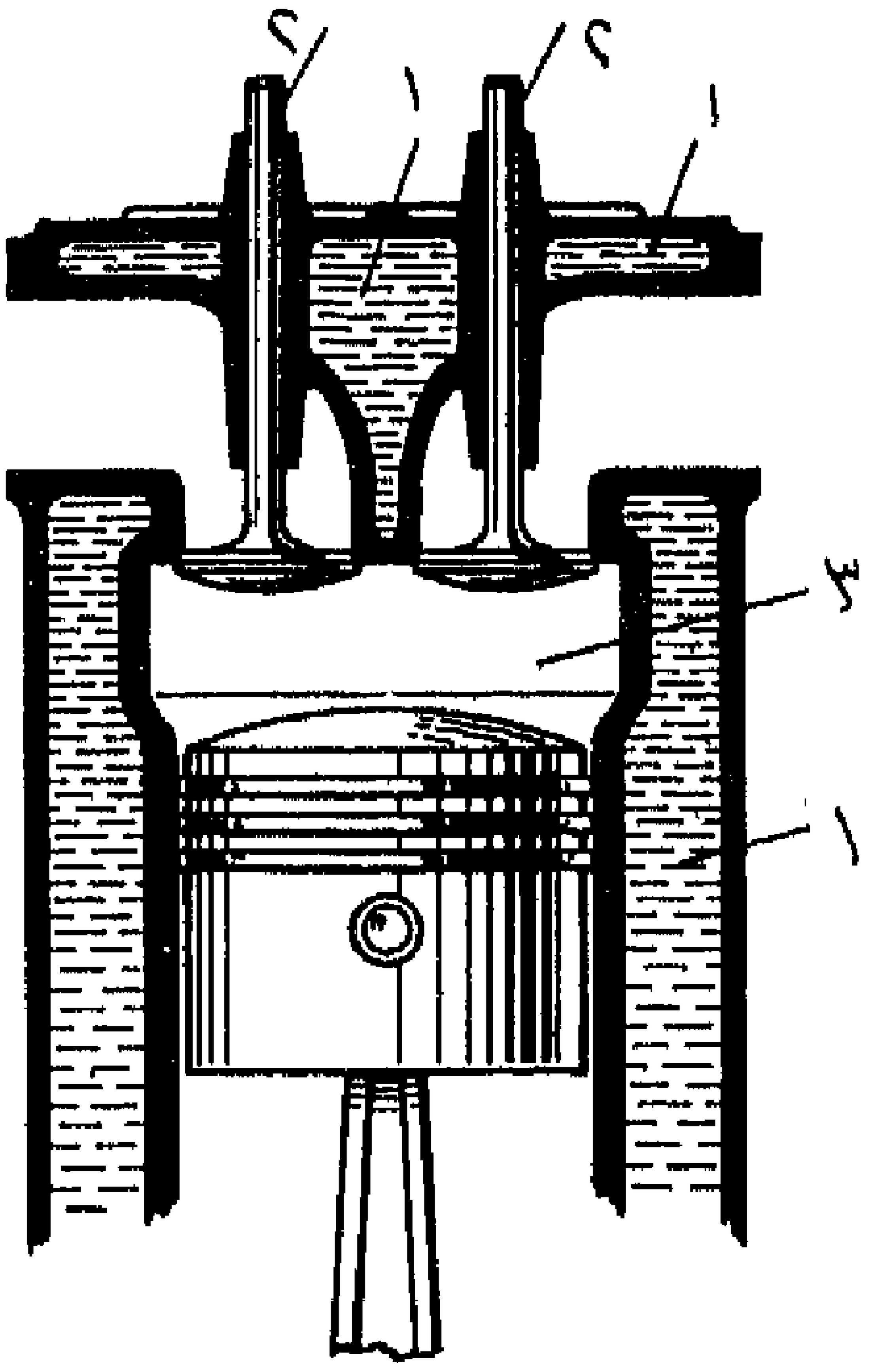
وتزود كتل الأسطوانات فى المحركات تبريد الهواء بزعانف تبريد تعمل على تحسين كفاءة تبديد الحرارة (شكل ٤٥) .

(ب) علبة المرفق

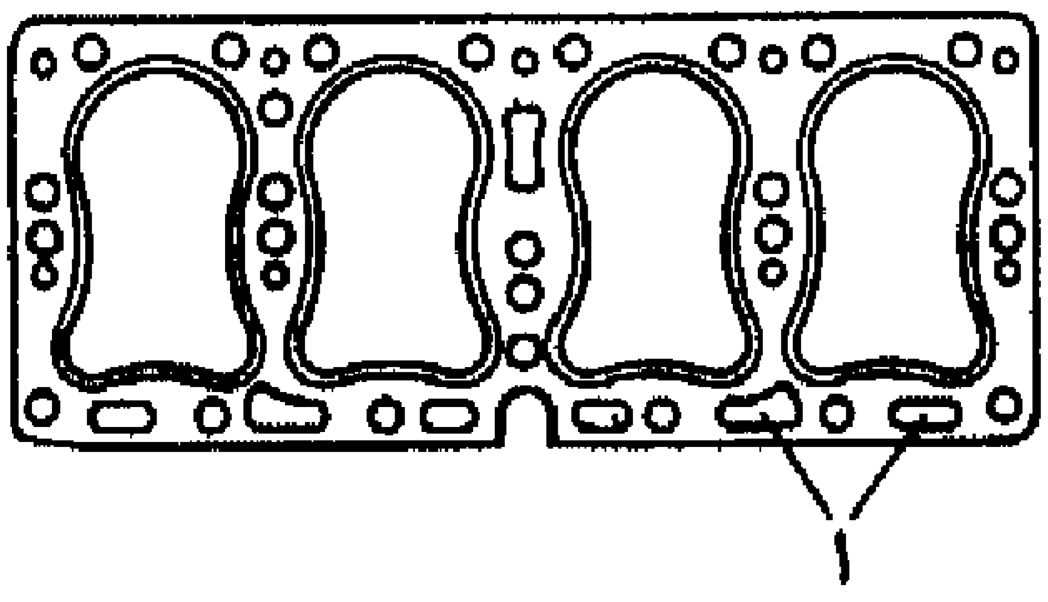
تحوى علبة المرفق الأجزاء الدوارة ، وأهمها العمود المرفق وعمود الكامات . وفى المحركات الرباعية الأشواط ترتب ماسورة ملء الزيت وعصا قياس مستوى الزيت فى علبة المرفق ، بحيث يمكن الوصول إليهما بسهولة من الخارج (شكل ٤٦) . وينبغى أن تكون علبة المرفق الخاصة بالجرارات والمصممة كوحدة واحدة مع كتلة الأسطوانات ، شديدة الجسوءة (المتانة) ، وليس هذا الاشتراط ضروريا فى صناعة السيارات .



شكل (٤٦) : ماسورة ملء الزيت وعصا قياس مستوى الزيت بالمحرك
١ — ماسورة ملء الزيت
٢ — عصا قياس مستوى الزيت



شكل (٤٧) : قنوات مياه التبريد الموجودة فى رأس الاسطوانات
١ — قنوات مياه التبريد
٢ — الصمام
٣ — غرفة الاحتراق



شكل (٤٨) : حشية رأس الأسطوانة (جوان وش السلندر)
١ — فتحات لمياه التبريد

(ج) رأس الأسطوانات (وش السلندر)

رأس الأسطوانات هو الغطاء العلوى لكتلة الأسطوانات . وهو مزود بغرف الاحتراق وتجاويف الصمامات ، والفتحات المقلوظة الخاصة بتركيب شمعات الشرر (البوجيهات) أو ماسكات فوهة الحقن .

ورأس الأسطوانات شديد التعرض لدرجات الحرارة العالية الناتجة عن الاحتراق . ولذلك تمرر فيه مياه التبريد (شكل ٤٧) .

وتولج حشية (جوان) مقاومة للحرارة بين رأس الأسطوانات وبين كتلة الأسطوانات لكفالة منع تسرب الغازات بينهما . وتتكون هذه الحشية من مادة صامدة للحرارة ، تصمد لكل من الحرارة المرتفعة والضغط العالى عند تعرضها لهما . وبالإضافة إلى ذلك ، فإن الحشية تمنع مياه التبريد من التسرب إلى غرف الاحتراق ، كما تمنع التسرب من أسطوانة إلى أخرى (شكل ٤٨) .

(د) حوض الزيت (الكارتير)

يكون حوض الزيت الجزء السفلى فى علبة المرفق ، ويحتوى على الزيت اللازم لتزييت المحرك . ونظرا لضرورة تغيير هذا الزيت من حين لآخر فإن الحوض يزود بسدادة لتصريف الزيت توضع فى أسفل موضع فيه . وإذا شكلت كتلة المحرك جزءا من هيكل الجرار ، فى هذه الحالة ينبغى أن يكون حوض الزيت متزنا فى موضعه ، ومربوطا بعلبة المرفق بمسامير مقلوظة .

(هـ) ملاحظات تتعلق بالصيانة والإصلاح

١ – ينبغى المحافظة على نظافة كتلة المحرك من الخارج دائما . كما ينبغى التخلص من بقايا الزيت والوقود على الفور ، نظرا لأنها قد تشتعل نتيجة حرارة كتلة المحرك مما يؤدى إلى نشوب الحرائق . ويمكن اكتشاف مواضع التسرب بسهولة عندما تكون كتلة المحرك نظيفة .

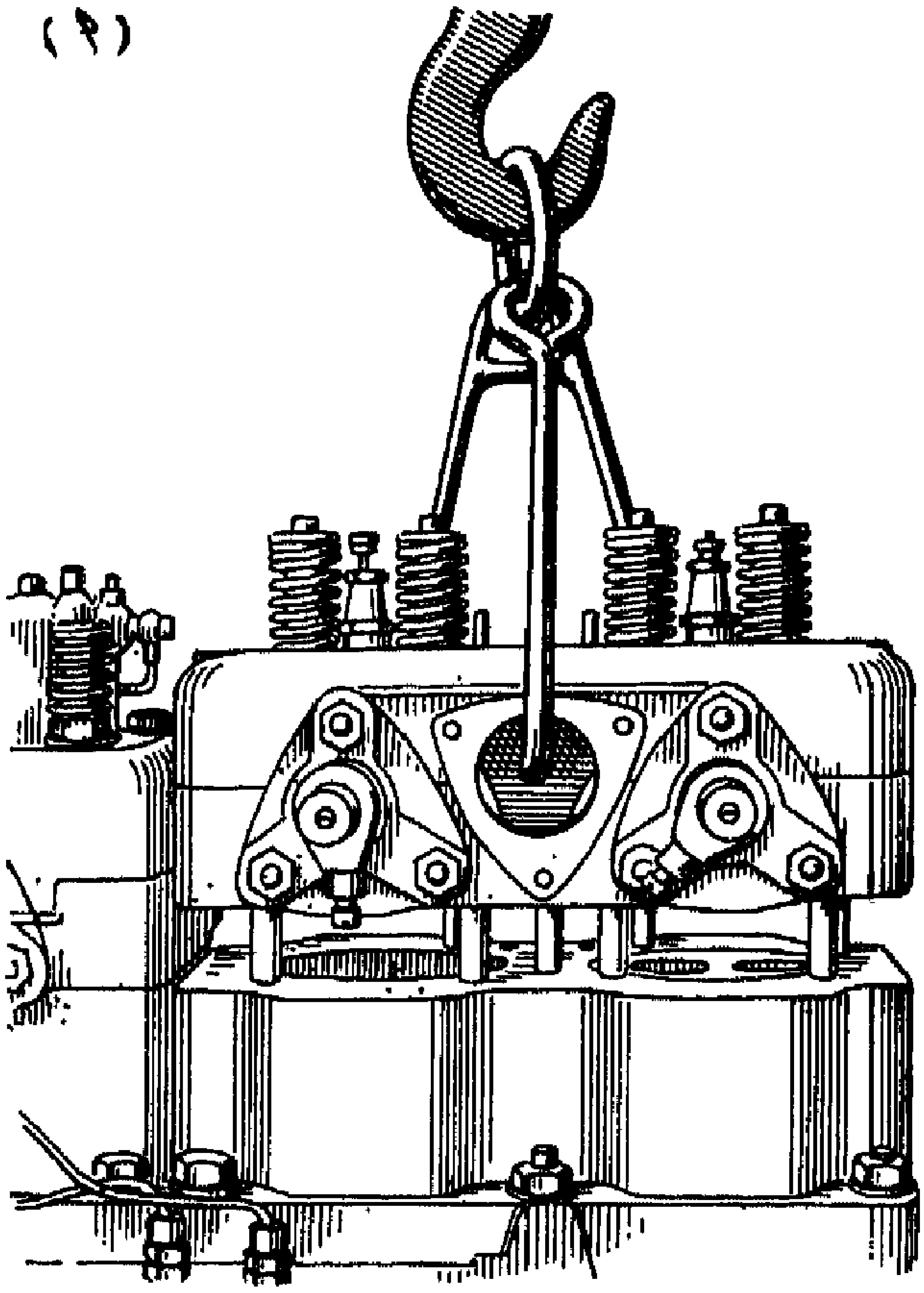
٢ – تصنع كتلة المحرك عادة من الحديد الزهر الرمادى . ونظرا لأن هذا الحديد الزهر قد يتشدخ نتيجة الطرق عليه بمطرقة ، لذلك ينبغى تجنب الطرق الشديد على كتلة المحرك .

٣ – يجب أن يكون سطح الاتصال بين كتلة الأسطوانات وبين رأس الأسطوانات جيد التشطيب . وينبغى ألا يكون بحشية رأس الأسطوانات (جوان وش السلندر) أى مظهر من مظاهر التلف .

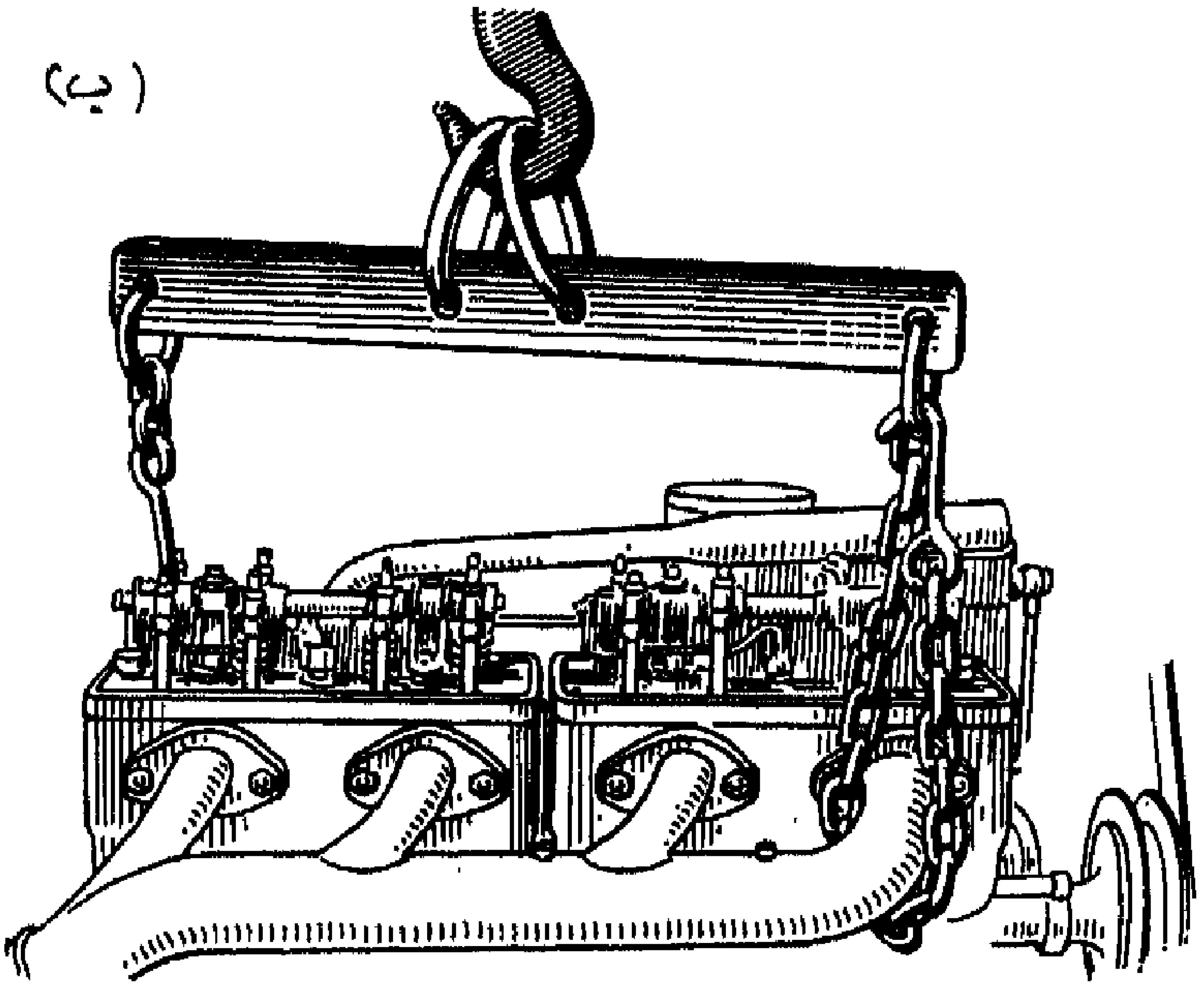
٤ – يولج حشو مانع لتسرب الزيت والماء بين علبة المرفق وبين حوض الزيت . ويجب عدم إغفال هذا الحشو عند تجميع علبة المرفق . وإلا أصبح من الصعب تفادى حدوث فقد فى زيت التزييت .

شكل (٤٩) : جهاز رفع لخلع
رأس الاسطوانات (أ)
ورفع كتلة المحرك (ب) .

(أ)



(ب)



٥ – فى المحركات التى تبرد بالمياه ، يجب تصريف مياه التبريد قبل فك رأس الأسطوانات .

٦ – قبل إخراج المحرك من المركبة يجب فك الكبلات من البطارية الاختزانية . ثم تفك جميع التوصيلات الكهربائية ، كما تخلع ماسورة الوقود من المحرك . وينبغى فك المجموعات

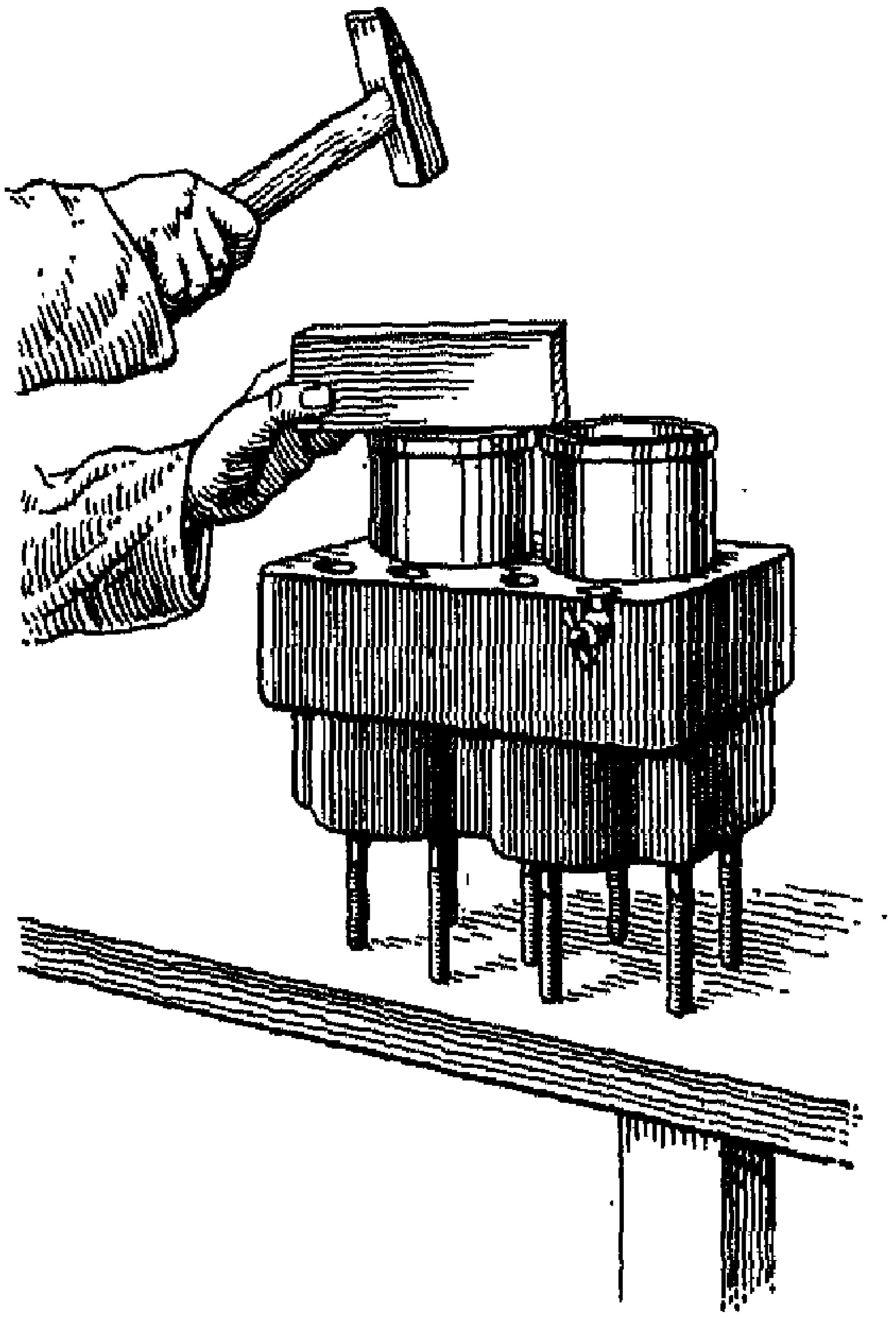
الحساسة ، مثل : المغذى (الكاربوراتير) ، والمولد الكهربائى (الدينامو) ، ومضخة الوقود ، ومضخة الحقن ، كما ينبغى تغطية أية فتحة أو تجويف بوساطة خرق قماش نظيفة لمنع تسرب أى جسيمات غريبة إلى المحرك . ويجب فك المسامير المقلوظة بحذر شديد ، مع تفادى استخدام قوى غير مناسبة لفكها .

ونظرا لأن الجرارات تزود عادة بمحركات ثقيلة ، لذلك يجب تدبير معدات رفع مناسبة لها (شكل ٤٩) .

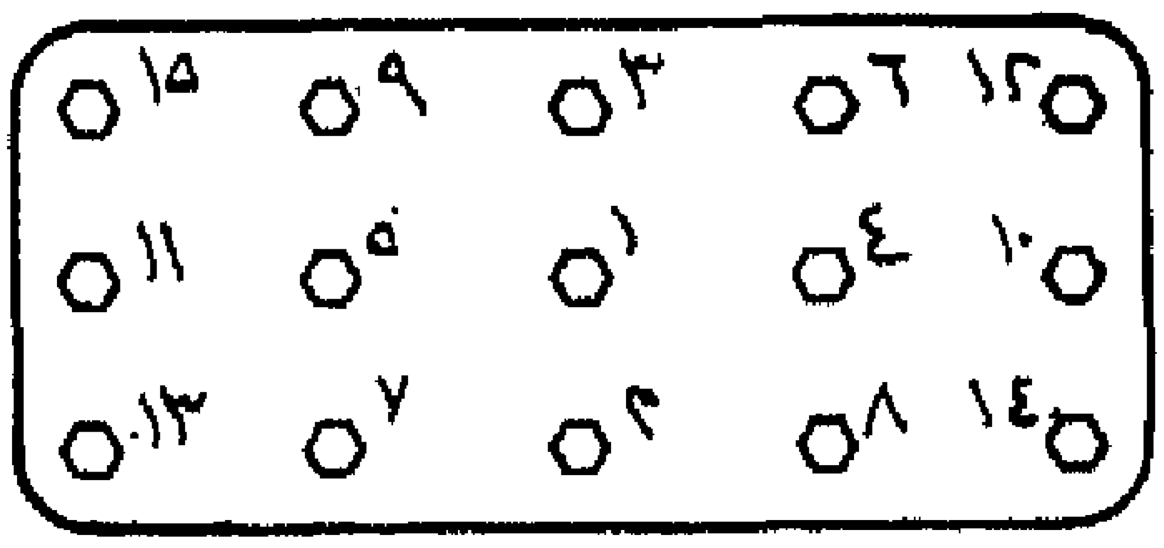
٧ – يجب تنظيف أية وحدة ، أو مجموعة ، كلية بعد فكها من المحرك ، وحفظها فى مكان مناسب . كما يجب تجميع الصواميل المفكوكة بمساميرها فور فكها ، وذلك لتجنب فقدها .

٨ – يجب إعادة تجويف (خراطة) الاسطوانات وتركيب كباسات جديدة بها كلما لوحظ فقد كبير فى قدرة المحرك ، واستهلاك شديد فى الوقود وزيت التزييت .

ولا يمكن إجراء عملية الإصلاح هذه إلا فى ورش الإصلاح الخاصة المزودة بالمعدات المناسبة (شكل ٥٠) .



شكل (٥٠) : إخراج بطائن الأسطوانات (الشميزات)



شكل (٥١) : يجب ربط مسامير رأس الأسطوانات بالترتيب الموضح .

٩ – يجب ربط مسامير رأس الأسطوانات المقلوظة بالترتيب المتعارض المبين فى الشكل ٥١ ، وبقوى ربط منتظمة .

كما يجب إعادة إحكام ربط هذه المسامير بعد فترة قصيرة من تشغيل المحرك – حوالى ٥ ساعات – بشرط أن يكون المحرك ساخنا .

١٠ – يجب وقاية المحركات التى تبرد بالمياه من فعل التجمد ، فتصرف مياه التبريد قبل تجمدها ، أو تضاف إليها مادة مانعة للتجمد . وإذا تمكنت مياه التبريد من التجمد فحينئذ لا يمكن تفادى حدوث شدوخ بكتلة المحرك .

٣ – المجموعة المرفقية

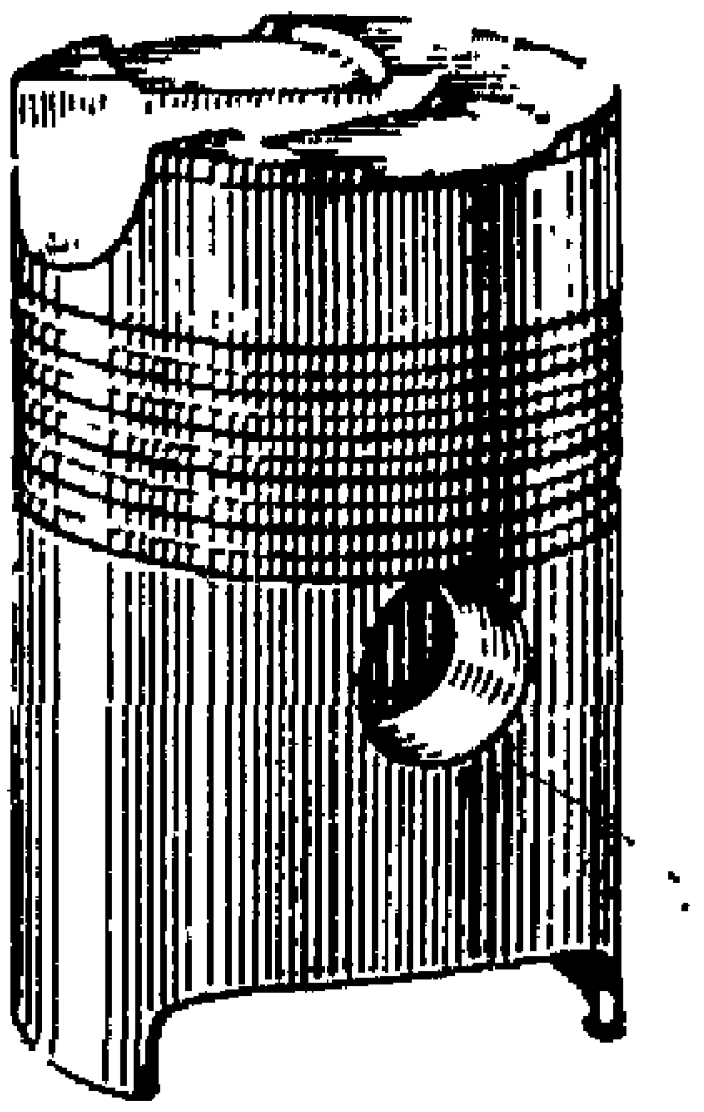
(ا) الكباس وبنز الكباس

الغرض من المجموعة المرفقية تحويل حركة الكباس الترددية إلى حركة دورانية فى العمود المرفق . وتتكون هذه المجموعة من الوحدات الرئيسية التالية :

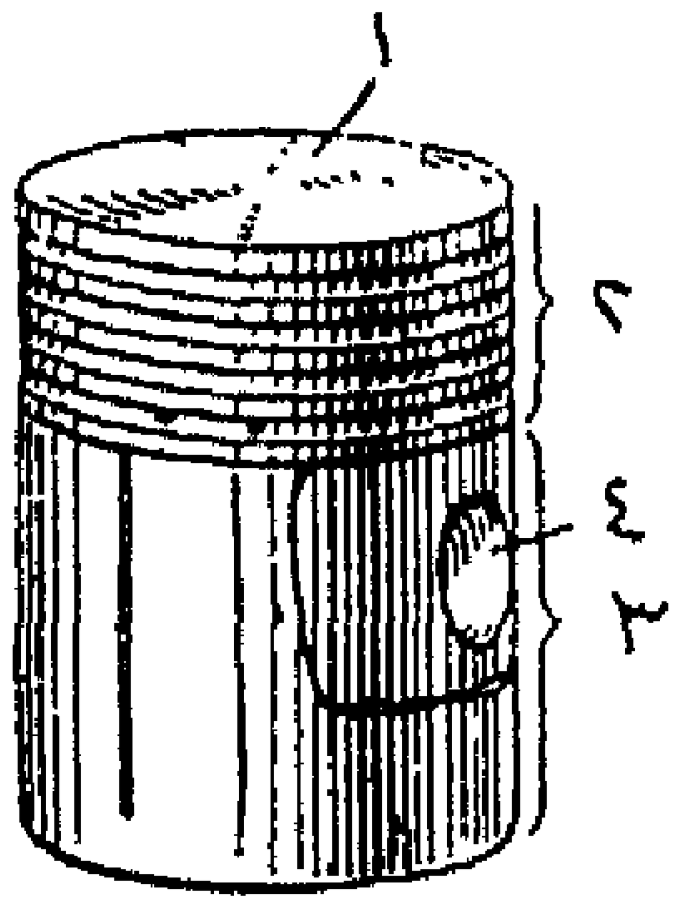
- الكباس وبنز الكباس .
- ذراع التوصيل (البيل) .
- العمود المرفق وبه الحدافة (الفولان) .

ويتوقف شكل كباسات محركات الاحتراق الداخلى على نوع الدورة التى تعمل بها هذه المحركات . وقد كانت الكباسات تصنع فى البداية من الحديد الزهر الرمادى . وبمرور الوقت أصبحت هذه المادة (تدريجيا) غير مناسبة لإنتاج كباسات المحركات المستخدمة فى صناعة السيارات ، وحلت محلها السبائك الخفيفة . وأهم مزايا هذه السبائك التقليل من وزن الكباسات بشكل ملحوظ . وبالإضافة إلى ذلك فإن الموصلية الحرارية للسبائك الخفيفة أكبر منها للحديد الزهر الرمادى . كما أن عمليات إنتاج الكباسات المصنوعة من السبائك الخفيفة أبسط من عمليات إنتاج الكباسات المصنوعة من الحديد الزهر ، وبالتالى فإنها أقل منها تكلفة .

ويوضح الشكل ٥٢ أجزاء الكباس . ونظراً لأن الكباس يتعرض للضغط الناشئ من الغازات المتمددة ، لذلك يجب أن يتميز هذا الجزء بالقوة (المتانة) . وتشغل عادة بعض التجاويف فى رؤوس كباسات المحركات الديزل لتشكل جزءا من غرفة الاحتراق (شكل ٥٣) .



شكل (٥٣) : كباس محرك ديزل



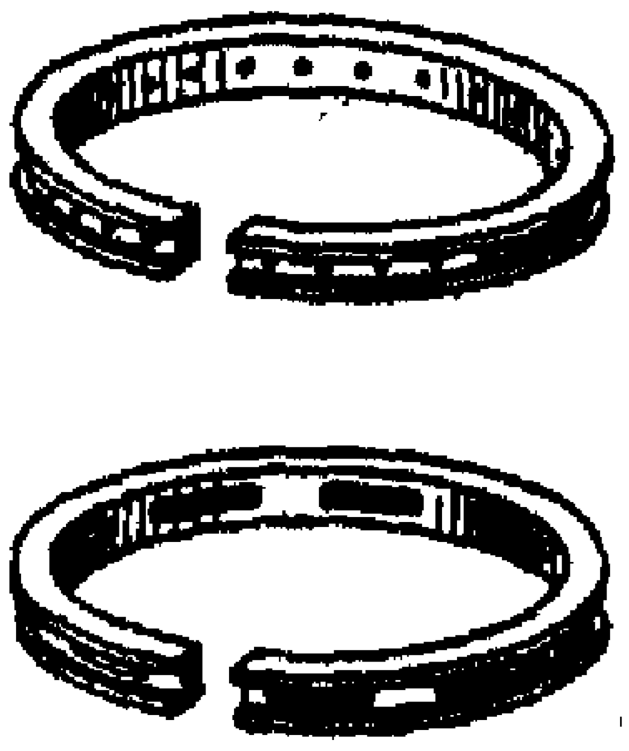
شكل (٥٢) : الكباس
١ — رأس الكباس
٢ — منطقة حلقات الكباس
٣ — جذع الكباس
٤ — فتحة بنز الكباس

ويجب ألا يتلامس جذع الكباس مع جدار الأسطوانة فى أثناء التشغيل ، أى عندما يكون الكباس ساخنا . كما يجب ، من ناحية أخرى ، أن يكون الخلوص بين الكباس وبين الأسطوانة أقل ما يمكن حتى يمنع الكباس من الرجرجة عند عكس حركته فى النقطتين الميتتين العليا والسفلى . فإذا كان الخلوص زائدا على حده المسموح به يصبح إحكام التسرب غير كاف فتنخفض قدرة المحرك . وهذا هو السبب فى أنه عند تركيب كباسات جديدة بمحرك ، يجب أن تكون مقاساتها مضبوطة ، مع الأخذ فى الاعتبار أن المعدن يتمدد بارتفاع درجة الحرارة .

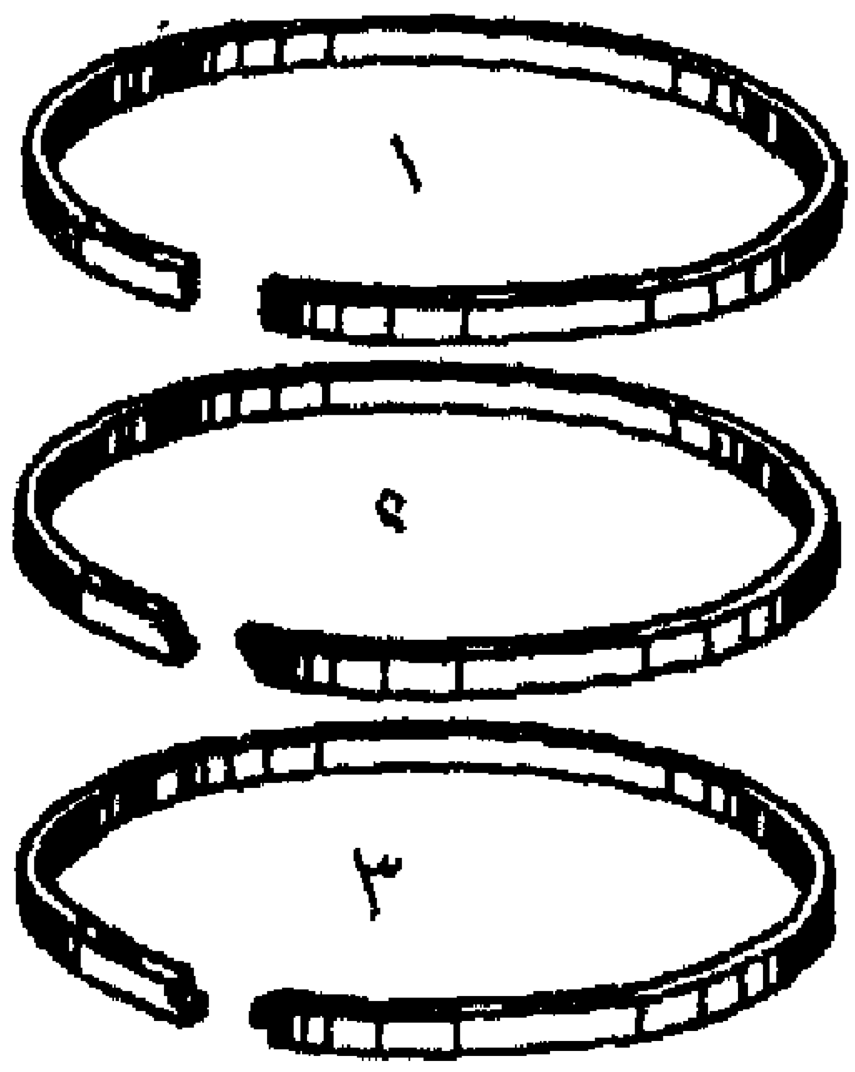
وتعمل حلقات الكباس على إحكام التسرب من الحيز المركبة فيه ، أى أنها تمنع الغازات المتمددة من التسرب إلى علبة المرفق . كما أنها تعمل فى الوقت نفسه على نقل حرارة الاحتراق التى يمتصها الكباس ، من الكباس إلى جدار الأسطوانة . وتعمل حلقة الكباس السفلى بمثابة حلقة تحكم فى الزيت تقشط زيت التزييت الزائد على الحد من جدار الأسطوانة (شكل ٥٤) .

وحلقات الكباس مشقوقة حتى لا يصعب تركيبها فى الكباس . ويعرف شق الحلقة باسم ثغرة (أو فتحة) حلقة الكباس . وقد يكون طرفا الحلقة مربعى الشكل (مستقيمين) أو مائلين (مشطوبين) أو متراكبين كما هو مبين فى الشكل ٥٥ .

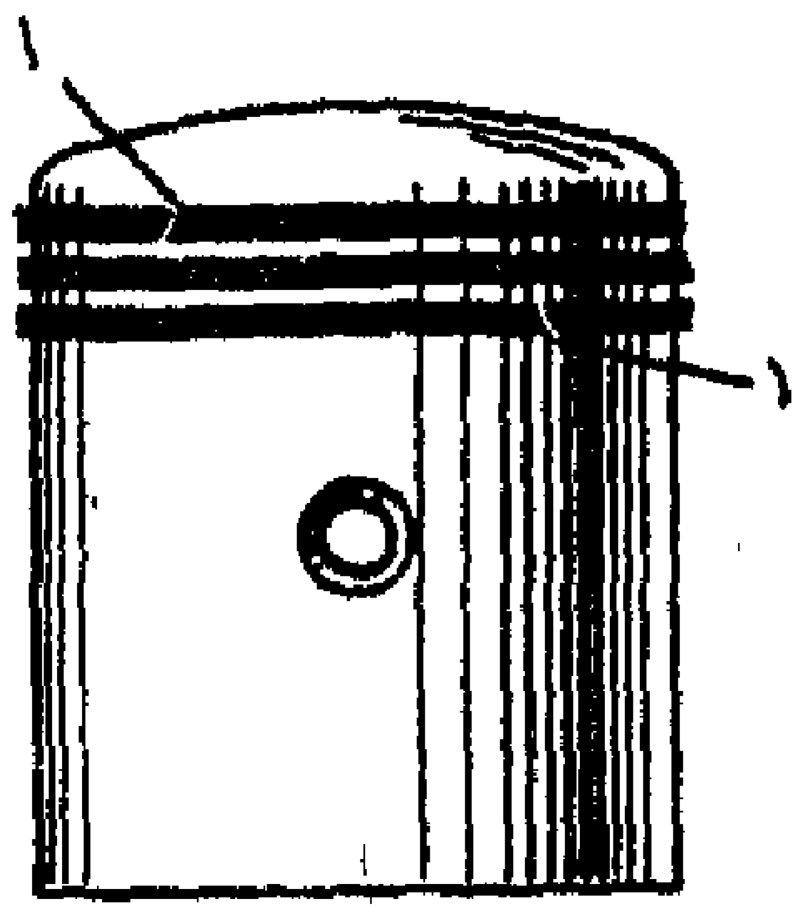
وينبغى ألا تكون ثغرات حلقات الكباس شديدة الاتساع ، وإلا انعدم الفعل المناسب لإحكام التسرب عن طريقها . وإذا كانت الثغرات شديدة الصغر ، فإن الحلقات فى هذه الحالة تلتصق (تقفش) بمجرد ارتفاع درجة حرارتها .



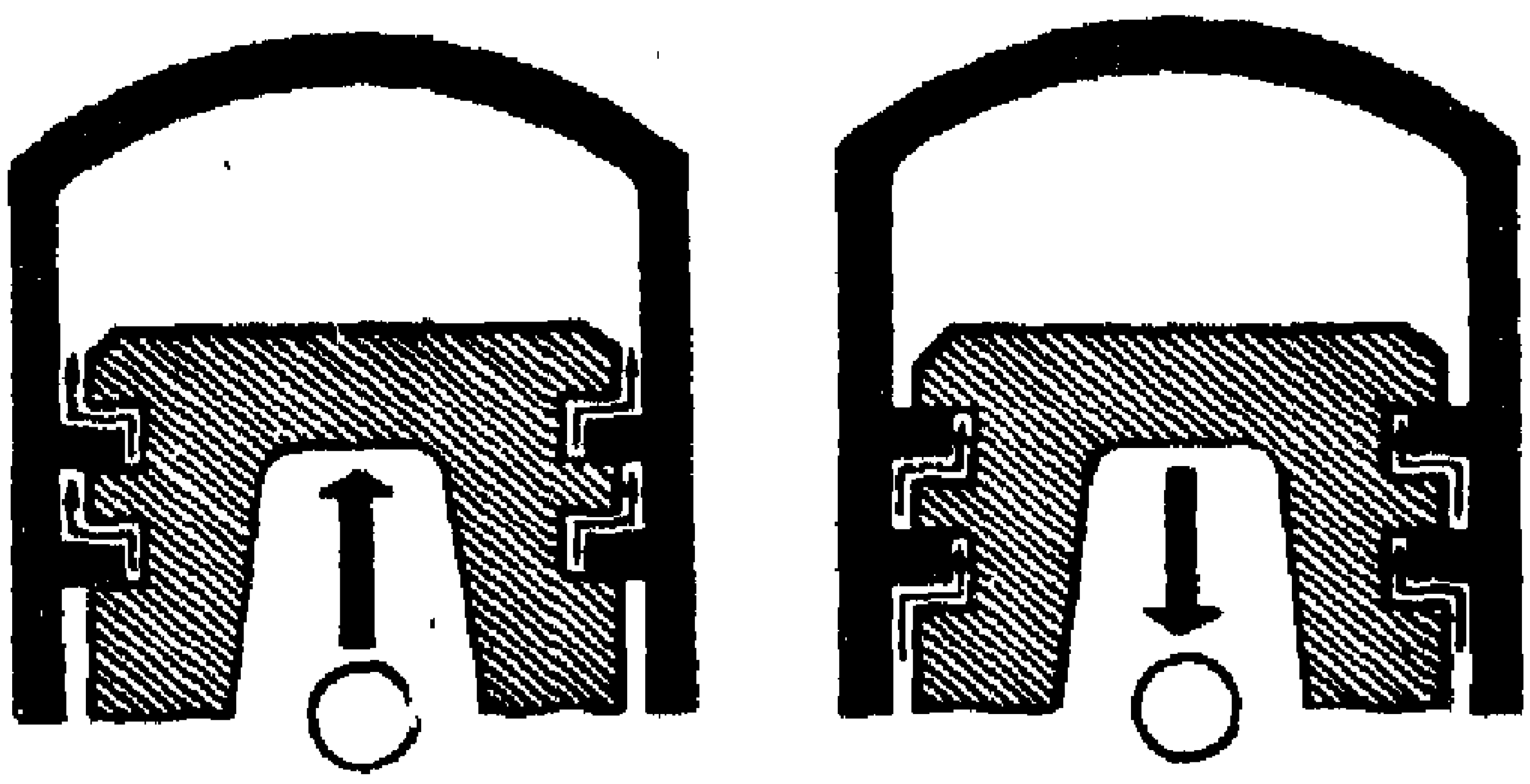
شكل (٥٤) : حلقات التحكم فى الزيت



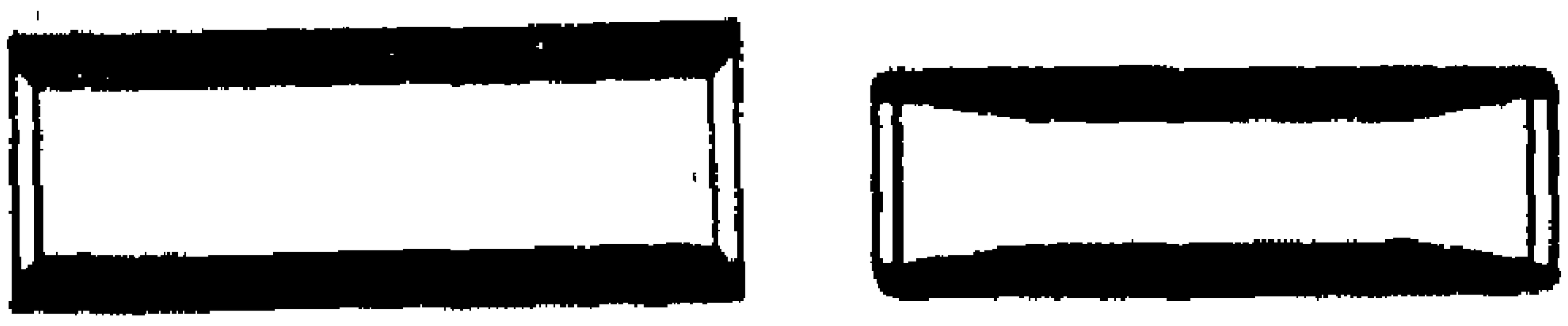
شكل (٥٥) : الأشكال المختلفة لطرفى حلقات الكباس
١ — الشكل المربع (المستقيم)
٢ — الشكل المائل (المشطوب)
٣ — الشكل المتراكب



شكل (٥٦) : ثغرات حلقات الكباس مركبة تركيبا خلافيا
١ — الترتيب الخلافى لثغرات حلقات الكباس



شكل (٥٧) : فعل الضخ الذى يحدث عندما يكون الخلوص الجانبى لحلقة الكباس زائدا على الحد المسموح به .



شكل (٥٨) : قطاع فى بنز الكباس

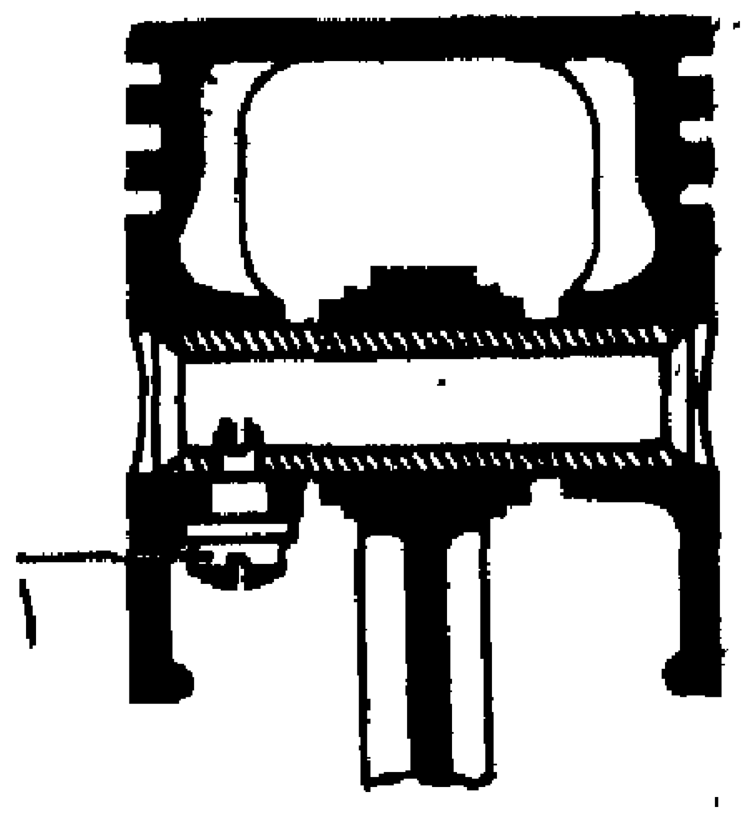
ويجب ألا تركب جميع حلقات الكباس الواحد ، بحيث تقع ثغراتها كلها فى صف واحد رأسى ، وإنما يجب تركيبها تركيبا خلافيا بحيث تكون ثغراتها متفرقة (موزعة) بالنسبة لمحيط الكباس (الشكل ٥٦) . وينبغى أن تلامس حلقات الكباس جدار الأسطوانة تلامسا جيدا ومناسبا . ولهذا الفرض تنتج الحلقات وبها إجهاد ابتدائى يماثل إجهاد الحلقات اليايية (حلقات الأطباق) .

ويجب أن يكون الخلوص الجانبي لحلقات الكباس في تجاويفها صغيرا جدا ، وهو يتراوح عادة بين ٠٫٠٣ مم وبين ٠٫٠٨ مم ، وإذا زاد الخلوص على هذا الحد، فإن حلقات الكباس تحدث فعل الضخ ، دافعة الزيت إلى غرفة الاحتراق (شكل ٥٧) .

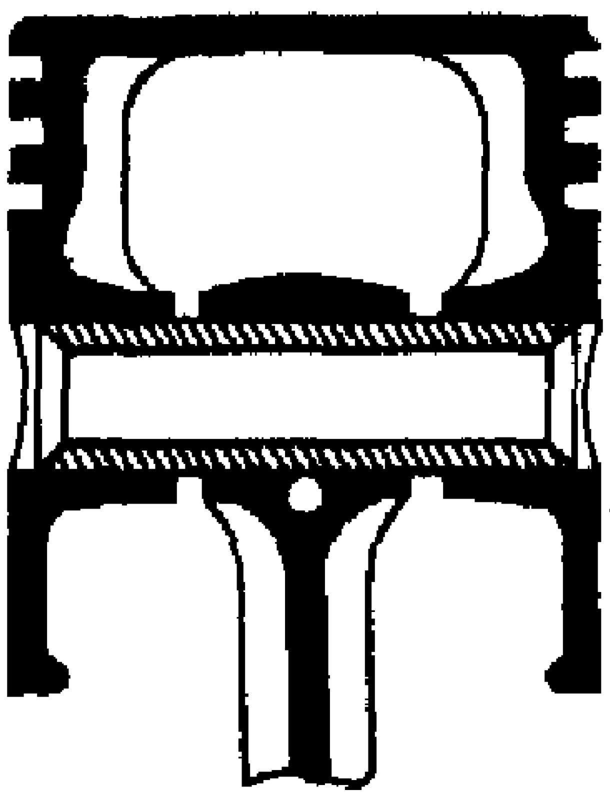
ويوصل الكباس بذراع التوصيل بوساطة بنز الكباس بحيث تتهيأ لهما حركة مفصلية بالنسبة لبعضهما البعض . ولا يصنع هذا البنز إلا من الصلب الجيد الخواص ، نظرا لكونه أحد الأجزاء التي تتعرض لإجهادات شديدة بالمحرك . وللتقليل من وزن الكباس فإنه يثقب من الداخل (يجوف) بطوله الكلي (شكل ٥٨) .

وهناك ثلاثة احتمالات لتركيب بنز الكباس :

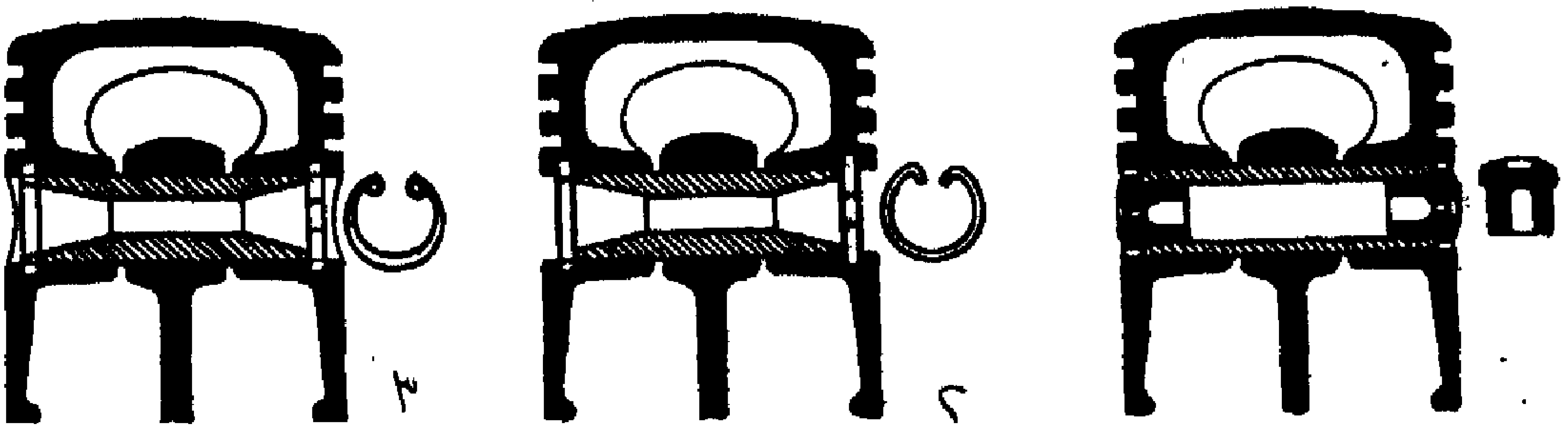
١ – تركيبه بحيث يكون مثبتا بإحكام من نهايته في تجويفيه بالكباس ، وسائبا لينزلق في النهاية الصغرى لذراع التوصيل (البيل) . وفي هذه الحالة يثبت البنز بإحكام في الكباس بوساطة مسامير إحكام (شكل ٥٩) .



شكل (٥٩) : بنز الكباس مثبت من نهايتيه في تجويف الكباس
١ – مسمار تثبيت مقلوظ



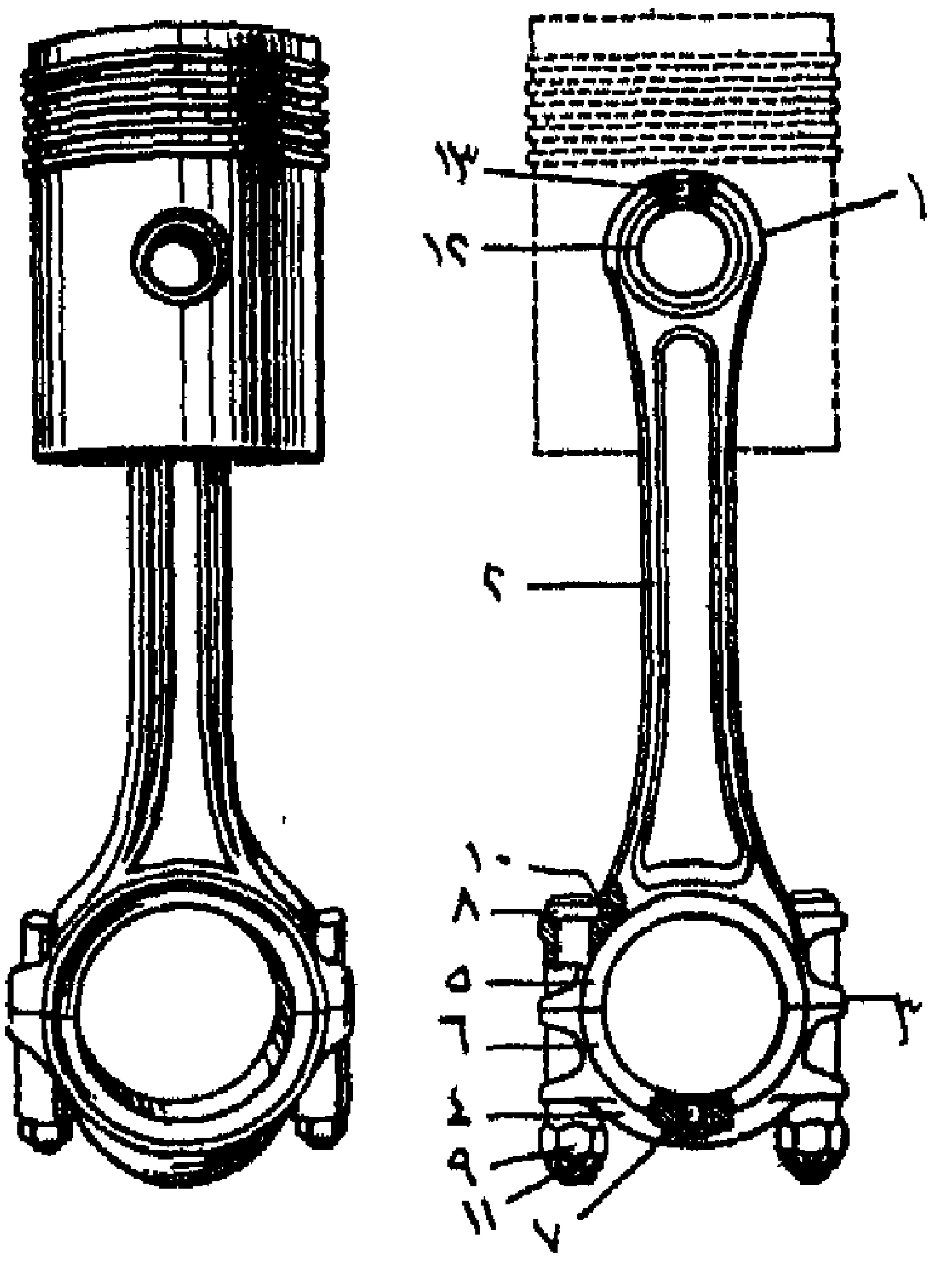
شكل (٦٠) : بنز الكباس مثبت بإحكام في النهاية الصغرى لذراع التوصيل .



شكل (٦١) : البنز الكامل الطفو

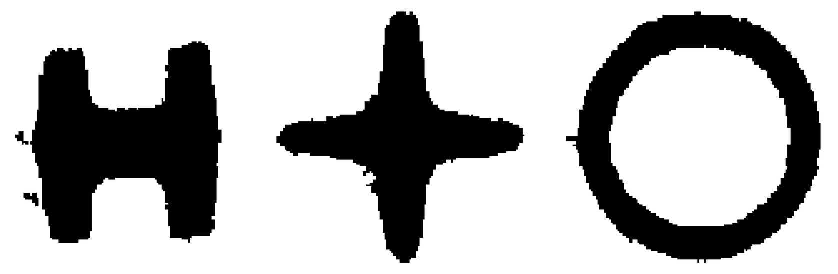
٢ – تركيبه بحيث يكون مثبتا بإحكام في النهاية الصغرى لذراع التوصيل ، وسائبا من نهايتيه في تجويفيه بالكباس . وفي هذه الحالة يثبت البنز في نهاية ذراع التوصيل الصغرى إما بالكبس (بالشحط) أو بالربط بقلاووظ (شكل ٦٠) .

٣ – تركيبه بحيث يكون حر الحركة في كل من تجويفي الكباس ونهاية ذراع التوصيل الصغرى .



شكل (٦٢) : الكباس وذراع التوصيل
١ – النهاية الصغرى
٢ – نصاب ذراع التوصيل
٣ – النهاية الكبرى
٤ – غطاء ذراع التوصيل
٥ – نصف سبيكة المحمل العلوية
٦ – نصف سبيكة المحمل السفلية
٧ – بنز تثبيت
٨ – مسمار ربط ذراع التوصيل
٩ – صامولة ربط ذراع التوصيل
١٠ – بنز أسطواني
١١ – تيلة مشقوقة
١٢ – جلبة بنز الكباس
١٣ – بنز تثبيت

شكل (٦٣) : قطاعات مستعرضة مختلفة لنصاب ذراع التوصيل .

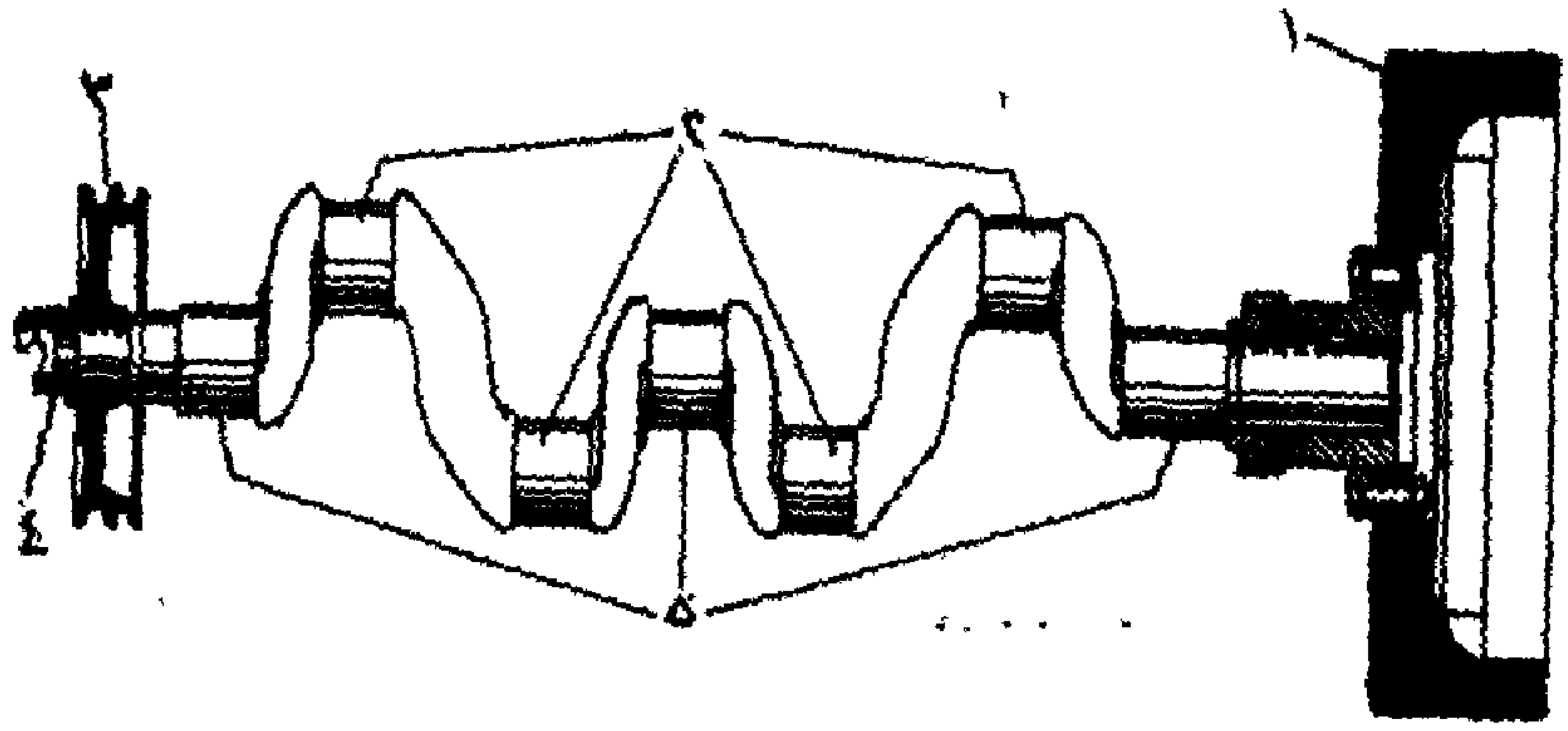


وفي هذه الحالة يعرف البنز باسم « البنز الكامل الطفو » (شكل ٦١) . ويجب منع البنز الكامل الطفو من الحركة الجانبية حتى لا يتسبب في إتلاف جدار الأسطوانة . ولذلك الغرض تستخدم الأزرار (الأطباق) المعدنية ، وحلقات الزنق والحلقات اليايية (حلقات الأطباق) .

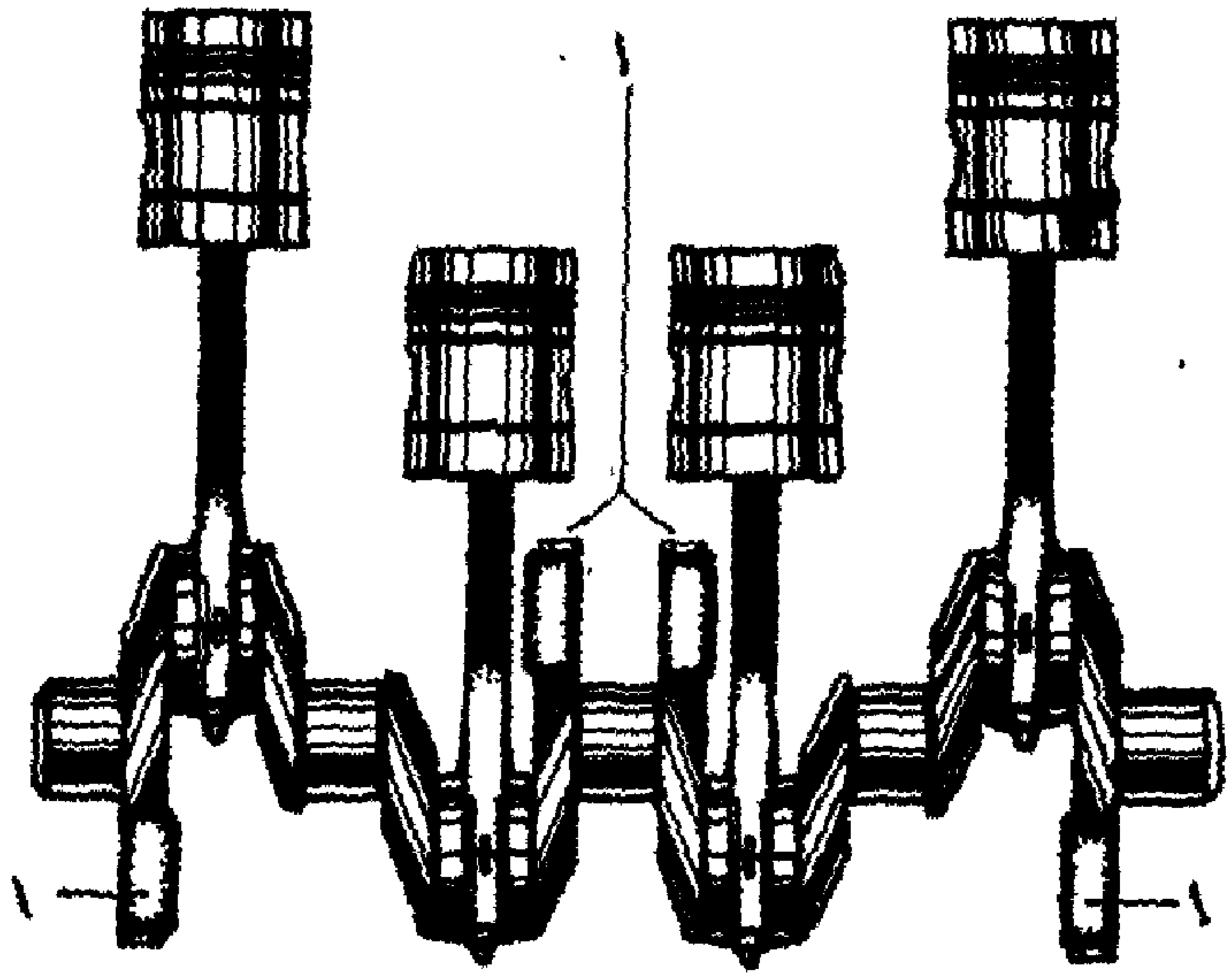
(ب) ذراع التوصيل (البيل)

يوضح الشكل ٦٢ تصميم ذراع التوصيل الشائع الاستخدام في محركات الاحتراق الداخلي .
وفتحة النهاية الصغرى لذراع التوصيل مهيأة لتركيب بنز الكباس ، ومزودة بجلبة (تسمى جلبة بنز الكباس) لمنع البنز من الالتصاق (القفش). وتزيت هذه الجلبة بطرطشة الزيت التي تحدث في علبة المرفق ، وهي الطريقة العامة لتزييت بنز الكباس في محركات الحرارات. وعلى أية حال فهناك كذلك تصميمات أخرى لذراع التوصيل منها الذراع التي بها ثقب نافذ بطولها لتوصيل الزيت من سبيكة النهاية الكبرى إلى جلبة بنز الكباس .

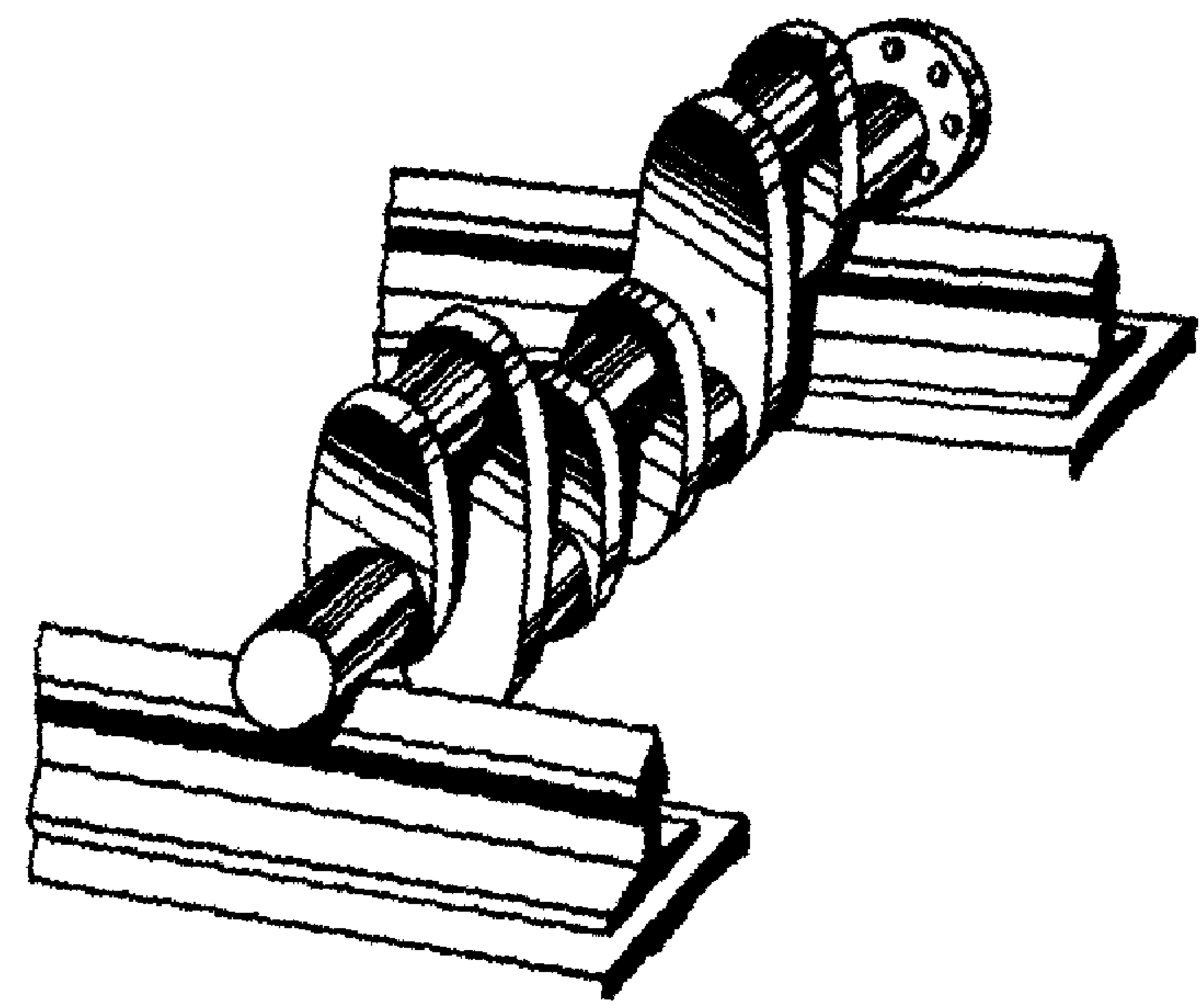
ويتميز نصاب ذراع التوصيل بمقاومته الكبيرة لإجهادات الانبعاج . ويوضح الشكل ٦٣ قطاعات مستعرضة مختلفة لهذا النصاب. وتتكون النهاية الكبرى لذراع التوصيل من نصفين



شكل (٦٤) : العمود المرفق
١ – الحدافة
٢ – المرافق
٣ – بكرة للسير حرف (V)
٤ – خابور بدء الحركة
٥ – الحامل الرئيسية



شكل (٦٥) : عمود مرفق به أثقال موازنة
١ – أثقال موازنة .



شكل (٦٦) : الموازنة الاستاتية للعمود المرفق . ويجب أن يظل العمود المرفق فى حالة سكون فى أى وضع له . لذلك يجب أن يقع مركز ثقل العمود فى منتصف محوره تماما .

يضمان بينهما سبيكة (مقسمة بدورها إلى قسمين) تعمل بمثابة محمل بسيط ، وتحيط بالمرفق . ونصفا النهاية الكبرى موصلان معا بوساطة مسامير ربط ذراع التوصيل .

ومن الأهمية بمكان التركيب المضبوط لذراع التوصيل فى المجموعة المرفقية لكفالة التشغيل الصحيح للمحرك . فيجب أن يكون محورا بنز الكباس والمرفق متوازيين تماما . وإذا أغفل ذلك عند التجميع فان مساحة تحميل سبيكة مرفق ذراع التوصيل لا تتلامس مع المرفق إلا فى جانب واحد منه ، ومن ثم فإن السبيكة تتلف بسرعة وقبل أوانها .

(ج) العمود المرفق والحدافة (الفولان)

يتحدد شكل العمود المرفق بعدد أسطوانات محرك الاحتراق الداخلى . فكل ذراع توصيل يلزم لها مرفق واحد . ويجب أن تتخذ مرافق العمود المرفق شكلا خلافيا إذا كان للمحرك أكثر من أسطوانة واحدة (شكل ٦٤) . وينبغى أن يحدد الترتيب الخلافى فى وضع المرافق، بحيث تكون أوضاع الكباسات متوافقة مع الدورة التى يعمل بها المحرك . وفضلا عن ذلك فإن الترتيب الخلافى يكفل سلاسة دوران العمود المرفق . فالمحركات ذوات الثمانى الأسطوانات المرتبة فى صف واحد مثلا تعمل فعلا بسلاسة ، لأن كل شوطى قدرة يؤثران على العمود المرفق فى وقت واحد .

وتعمل محركات الاحتراق الداخلى بسرعات دوران عالية للأعمدة المرفقية . ونظرا لأن المرافق مرتبة بحيث لا تتطابق محاورها مع المحور الرئيسى للعمود المرفق ، لذلك تنشأ القوى الطاردة المركزية التى يوازن تأثيرها بوضع الأثقال الموازنة (شكل ٦٥) .

ويركب العمود المرفق فى علبة المرفق على محامل تسمى المحامل الرئيسية ، وإذا تآكلت المحامل الرئيسية فإنها تتسبب فى إحداث أصوات عالية (خبط) ، كما تتسبب فى تقليل كفاءة المحرك بدرجة ملحوظة . وتستخدم فى الجرارات عادة المحامل المصنوعة من السبيكة البيضاء (معدن بابت) أو محامل بسيطة تعرف باسم محامل ثرماديور . وتتكون هذه المحامل من قشرة مبطنة بسبيكة من النحاس والرصاص والقصدير .

ويسرى زيت التزييت خلال قنوات فى العمود المرفق إلى المحامل المزودة بتجاويف للزيت . ويعمل الزيت الموجود فى هذه التجاويف على تكوين طبقة رقيقة منه على جدران المحامل .

ومن الأهمية بمكان تزييت المحامل بشكل مستمر وبدرجة كافية . فإذا عاق عملية التزييت أى عائق تصبح درجة سخونة المحامل أزيد من اللازم مما قد يسبب انصهار معدنها .

وعند تركيب الأعمدة المرفقية يجب العناية بصفة خاصة بترك خلوصات مناسبة لها نظرا لتمددها طوليا عندما ترتفع درجات حرارتها . لذلك يجب التأكد من وجود خلوصات جانبية فى جميع محامل الأعمدة المرفقية ، فيما عدا المحامل الطرفية (الموجودة فى نهايات الأعمدة) التى

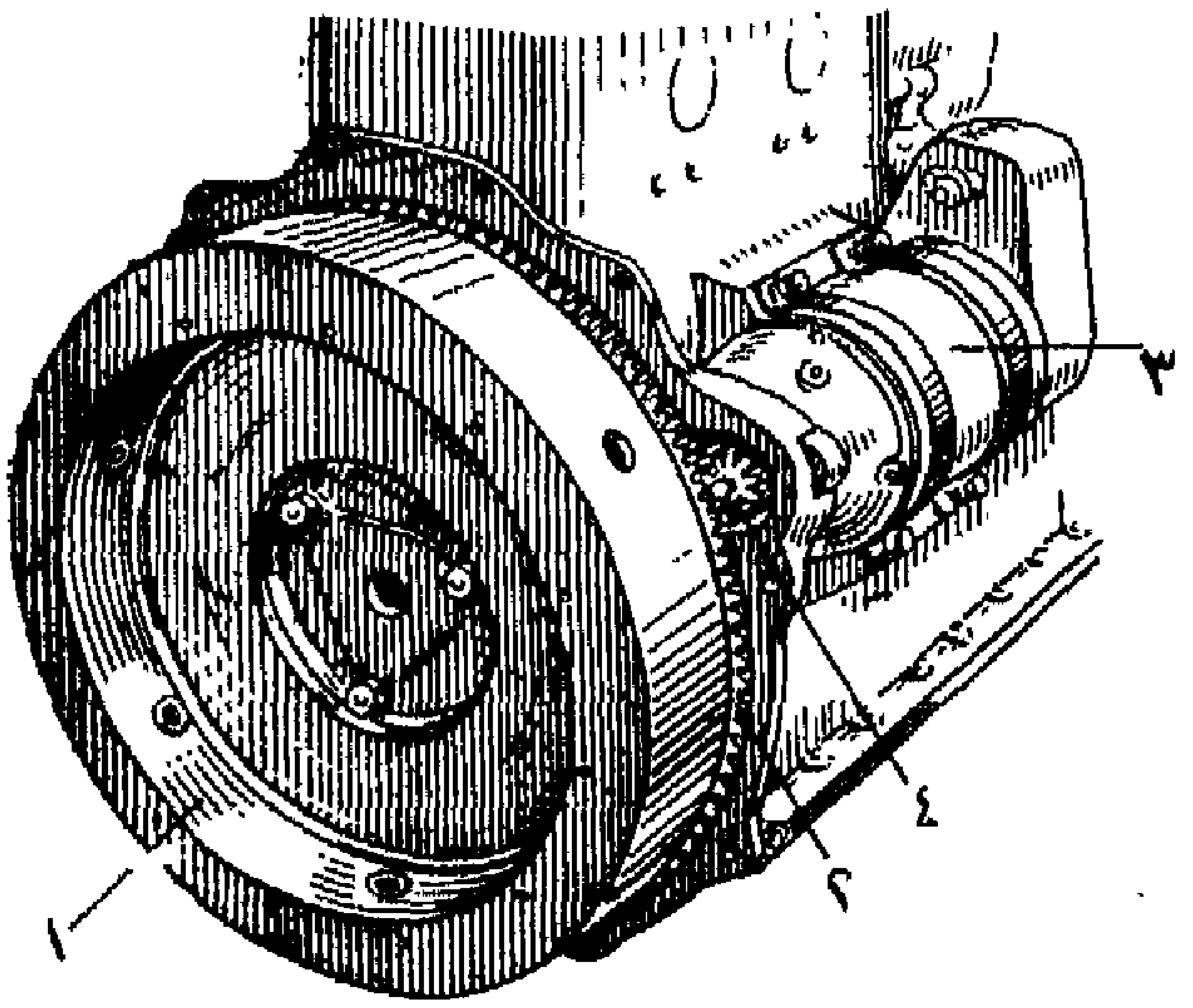
يجب أن تكون مثبتة بإحكام بحيث تمنع أى إزاحة جانبية لها . وهناك شرط هام آخر يجب مراعاته ، وهو تركيب جميع محامل العمود المرفق على استقامة واحدة .

ويجب تصميم الأعمدة المرفقية بحيث تكون الأثقال الدوارة موزعة بانتظام حول محور العمود المرفق . وتعرف عملية معادلة تأثير القوى الناشئة من الأثقال الدوارة باسم عملية الموازنة . ويوضح الشكل ٦٦ كيفية موازنة العمود المرفق وهو فى حالة السكون . فإذا ظل العمود المرفق فى حالة سكون فى أى وضع له فإنه يكون فى هذه الحالة موازنا موازنة استاتية .

وعلى أية حال ، يجب عدم الاكتفاء باتزان الأعمدة المرفقية وهى فى حالة سكون ، وإنما ينبغى أن تكون متزنة كذلك وهى تدور وإلا اهتزت فى أثناء دورانها متسببة فى عدم انتظام أو سلاسة دوران المحرك فضلا عن التقليل من قدرته . وتعرف عملية موازنة العمود المرفق وهو فى حالة الدوران باسم الموازنة الدينامية ، وهى تحتاج فى إجرائها إلى معدات خاصة .

وتركب الحدافة (الفولان) فى نهاية العمود المرفق القريبة من صندوق تروس تغيير السرعات « الجيربوكس » . وتعمل الكتلة الدائرة للحدافة على موازنة القوى الناشئة عن الأجزاء المترددة ، ومن ثم فإنها تكفل الدوران المنتظم المستمر للمحرك . وبالإضافة إلى ذلك فعندما تدور كتلة الحدافة فإنها تمكن الكباسات من إجتياز النقطتين الميتتين العليا والسفلى . وكلما زاد عدد أسطوانات المحرك أمكن التقليل من كتلة الحدافة .

وتزود الجرارات الحديثة بوسيلة بدء حركة (تقويم) كهربائية تعرف باسم موتور بدء الحركة (المارش) . لذلك تركب بالحدافة حلقة مسننة (تسمى ترس الفولان) . وعند التشغيل يعشق الترس الصغير (ترس البنيون) الموجود بموتور بدء الحركة فى الحلقة المسننة فتدور المجموعة المرفقية (شكل ٦٧) .



شكل (٦٧) : الحدافة وبها الحلقة المسننة لتعشيق ترس البنيون :
١ — الحدافة (الفولان)
٢ — الحلقة المسننة (ترس الفولان)
٣ — موتور بدء الحركة (المارش)
٤ — ترس البنيون .

وفى نهاية العمود المرفق ، البعيدة عن الحدافة ، يركب خابور تعشق به يد (مانوفيلا) بدء الحركة يدويا .

(د) ملاحظات تتعلق بالصيانة والإصلاح

١ – إذا تطلب الأمر فك المجموعة المرفقية من المحرك لإصلاحها ، فيجب أن يتم ذلك فى ورشة مزودة بالمعدات والآلات والمكنات وأجهزة القياس اللازمة .

٢ – يجب العناية الفائقة بالنظافة عند إصلاح المجموعة المرفقية ، لأن الجذاذات المعدنية (الرايش) ، أو جسيمات الرمل التى قد تلتصق بالعمود المرفق عند تركيبه ، تتسبب فى سرعة إتلاف المحامل وجدران الأسطوانات .

٣ – يمكن الاستدلال على وجود خلوص زائد على الحد فى الكباس داخل أسطوانته بظهور شرائط سوداء على جدار الأسطوانة . وتتكون هذه الشرائط من رواسب الزيت الكربونية المتخلفة على مساحات الجدار التى لا تلامسها حلقات الكباس .

٤ – قبل فك العمود المرفق يجب مراجعة خلوصات المحمل الرئيسية وسبائك المحامل الموجودة فى النهايات الكبرى لأذرع التوصيل . والخلوص المسموح به هو ٠,٥ مم فى المحمل الرئيسى ، ٠,٢ مم فى سبيكة محمل النهاية الكبرى لذراع التوصيل .

٥ – عند تركيب كباسات جديدة يجب أن يوضع فى الاعتبار أن يكون للكباسات المصنوعة من الحديد الزهر الرمادى نفس معامل التمدد الحرارى الخاص بجدران الأسطوانات . ومن ناحية أخرى فالكباسات المصنوعة من المعادن (السبائك) الخفيفة لها معامل تمدد حرارى أكبر بكثير من معامل التمدد الحرارى لجدران الأسطوانات . ومن ثم يجب أن تكون الخلوصات بين هذه الكباسات وبين جدران أسطواناتها (وهى باردة) أكبر منها فى حالة الكباسات المصنوعة من الحديد الزهر . ويتوقف خلوص الكباس فوق ذلك على المادة المصنوع منها الكباس ، وقطر الأسطوانة ، ودورة التبريد . ويتراوح خلوص الكباس بين ٠,٠٤ مم ، ٠,٠٦ مم فى المحركات البنزين ، وبين ٠,٠٤ مم ، ٠,٠٨ مم فى محركات الاشتعال بالانضغاط (المحركات الديزل) .

٦ – يجب تركيب حلقات الكباس أو خلعها بعناية . ويحظر فتحها أكثر من اللازم . وتستخدم زردية خاصة ، النوع المبين فى الشكل ٦٨ ، لتركيب حلقات الكباس .

٧ – عند إعادة استخدام حلقات الكباس القديمة يجب التأكد من تركيبها فى نفس تجويفها الأصلى الذى كانت مركبة فيه من قبل . ويوصى بتعليم الحلقات وتجاويفها المناظرة بعلامات مميزة .

٨ – عند تركيب حلقات الكباس يجب التأكد من وجود ثغرات (فتحات) حلقات الكباس فى الجانب الفعال من الكباس ، وأنه تكون هذه الثغرات فى وضع خلافى (انظر الشكل ٥٦) .

والجانب الفعال من الكباس هو الجانب الذى ينزلق على جدار الأسطوانة فى أثناء شوط الهبوط .

٩ – يجب أن تتراوح ثغرات حلقات الكباس بين ٠٫٢ مم ، ٠٫٤ مم .

كما ينبغى إعادة ضبطها إذا تطلب الأمر ذلك (الشكل ٦٩) .

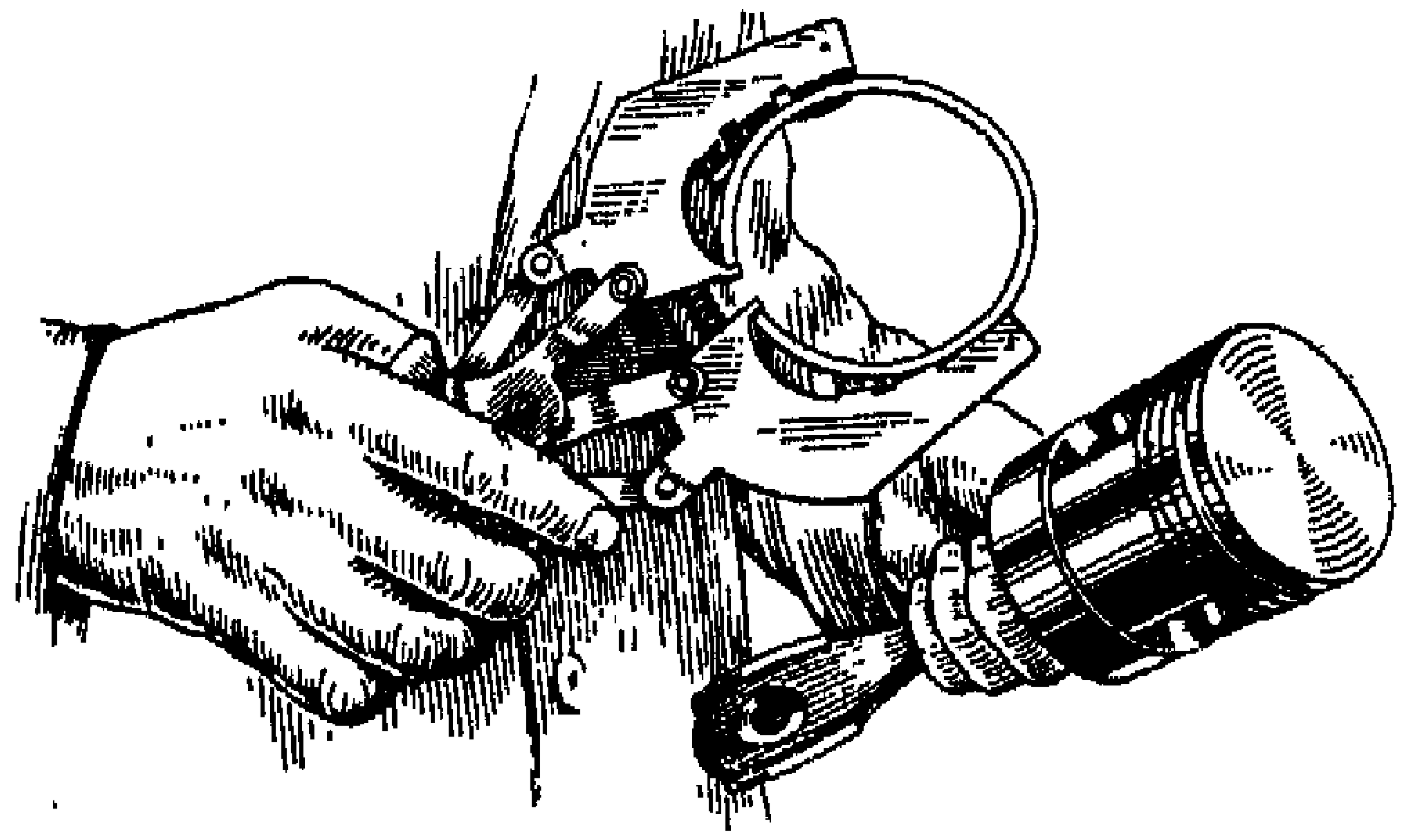
وإذا أريد اختبار تركيب حلقة الكباس فإنها تولج داخل الأسطوانة ، ثم يستخدم الكباس لضبط وضع الحلقة الذى يجب أن يكون أفقيا تماما . ويجب استبدال حلقات كباس جديدة بحلقات الكباس التى تزيد ثغرتها على ٠٫٦ مم .

١٠ – تختبر الثخانة الصحيحة لحلقة الكباس بلفها فى الحز (التجويف) الموجود بجذع الكباس (شكل ٧٠) . ويسمح بلعب (بوش) حتى ٠٫٠٨ مم للحلقة العليا وحتى ٠٫٠٤ مم للحلقة السفلى . وقد يصل هذا اللعب (البوش) فى المحركات الديزل حتى ٠٫١٢ مم . ويراجع مقدار اللعب بوساطة محدد قياس تخانات .

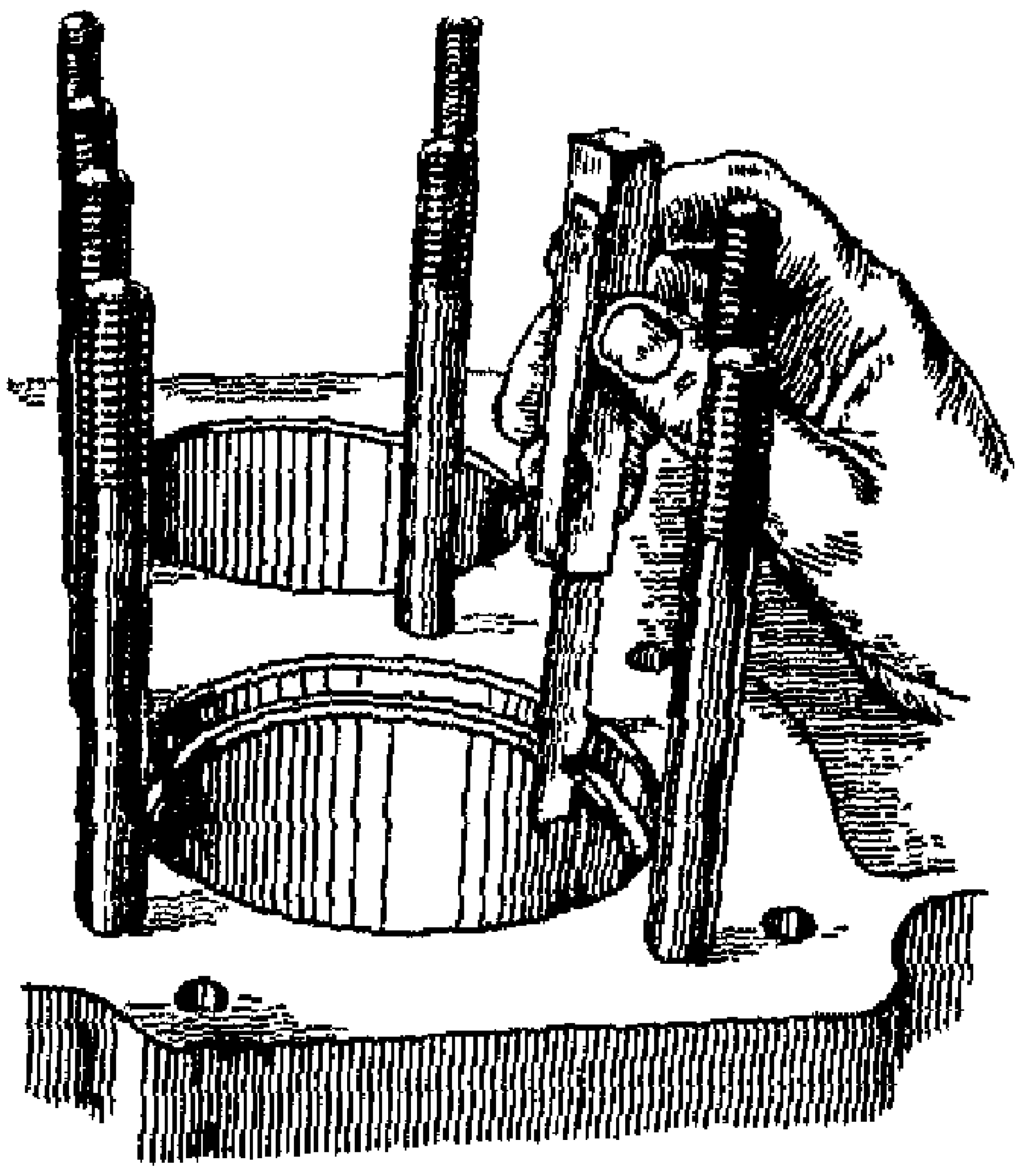
١١ – لخلع بنز الكباس تنزع أولا وسيلة التثبيت (حلقة الأطباق ، أو الغطاء أو الطبق المقلوظ ، شكل ٧١) . وكقاعدة عامة يجب استخدام وسيلة خاصة لإخراج البنز من الكباس .

وإذا تعذر تحريك البنز ، يجب تسخين الكباس بحرص من ناحية رأسه . وينبغى اتخاذ التدابير الخاصة عند التسخين حتى لا يسخن البنز هو الآخر (شكل ٧٢) .

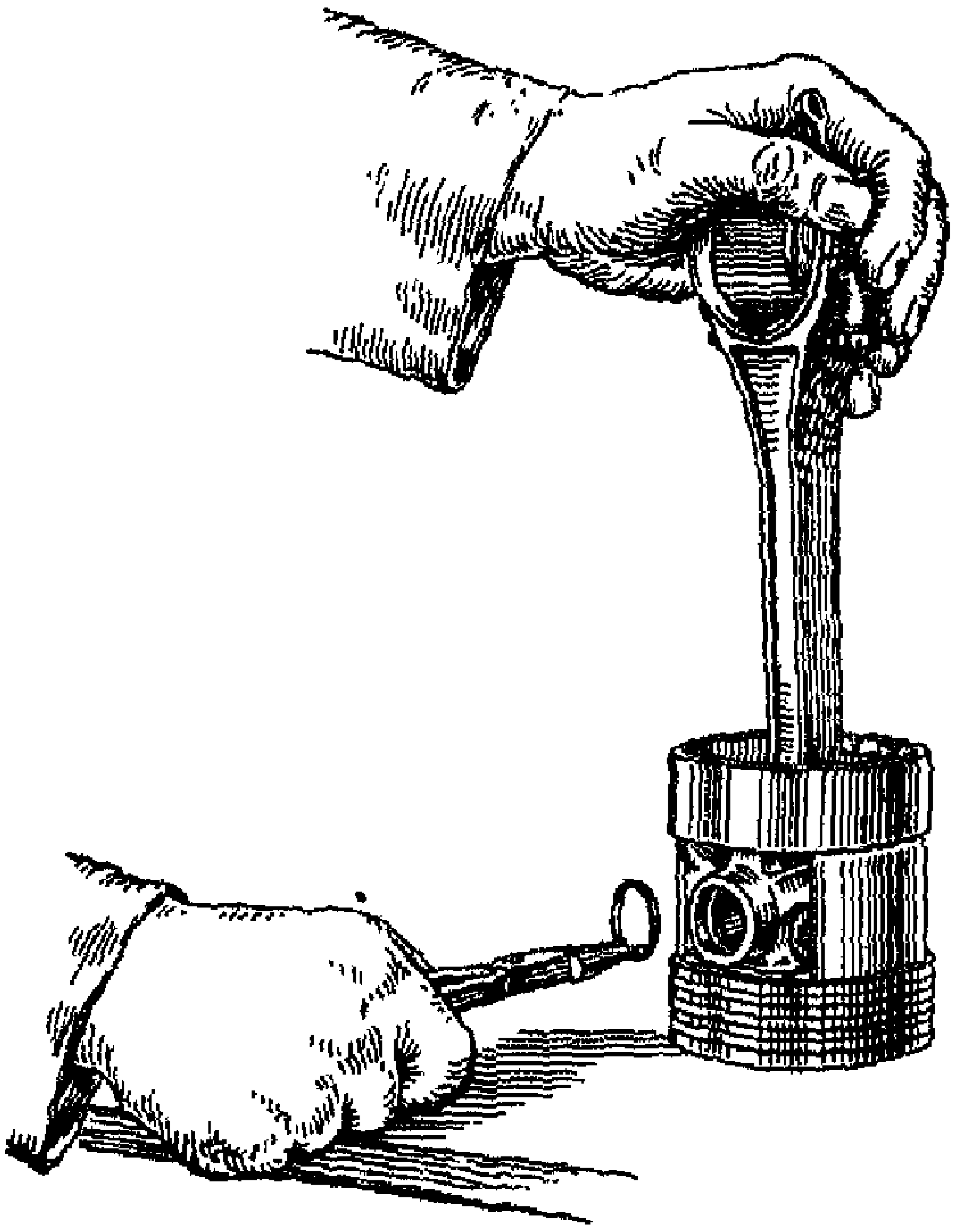
١٢ – تستخدم فى الجرارات عادة الكباسات الثقيلة . وفيها يولج بنز الكباس المغطى بالشحم بعد تسخين الكباس إلى درجة حرارة ٦٠° م تقريبا . ويمكن إجراء ذلك فوق سخان كهربائى أو فى حمام من الزيت الساخن . ويجب الحذر من تسخين الكباسات إلى درجة حرارة أكبر من الدرجة المذكورة حتى لا تتشوه (تنفتل) (الشكل ٧٣) .



شكل (٦٨) : تستخدم زردية خاصة لتركيب حلقات الكباس .



شكل (٦٩) : مراجعة عرض ثغرة حلقة الكباس بوساطة محدد قياس .



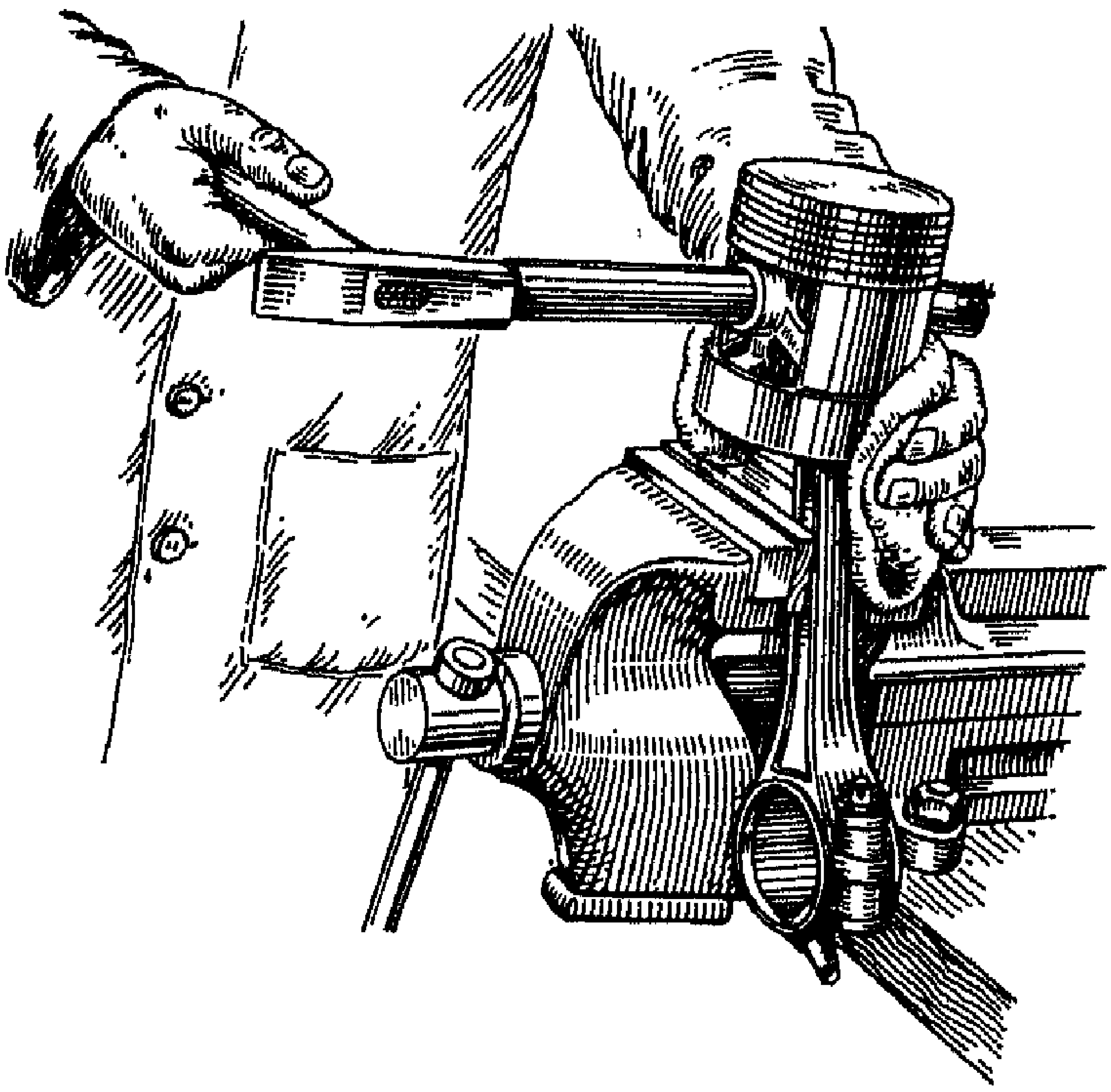
شكل (٧٠) : اختبار عرض حلقة الكباس بلفها فى حز (تجويف) جذع الكباس .

شكل (٧١) : خلع حلقة التثبيت من الكباس بوساطة زردية .

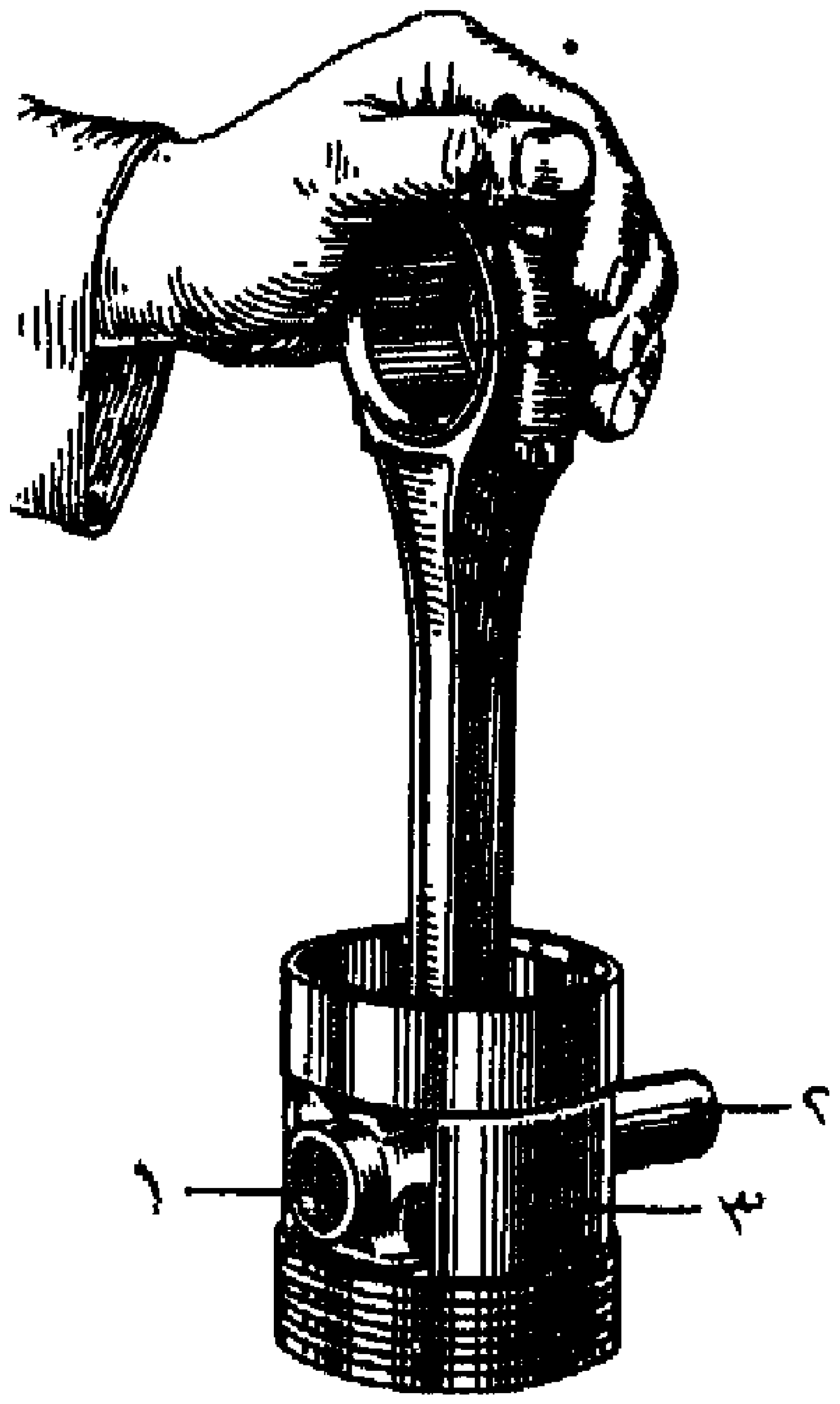
وإذا كان من الصعب إيلاج بنز الكباس مباشرة ، فيمكن تسهيل العملية باتباع ما يلى :

تمسك ذراع التوصيل فى منجلة بحيث تكون نهايتها الصغرى إلى أعلى ، ثم يمسك الكباس فوق النهاية الصغرى ويقرب منها حتى تتحاذى صرتا بنزه مع صرتها ، بحيث يمكن إيلاج شاقة لها نفس قطر بنز الكباس فى الصرر الثلاث معا . وبعد ذلك يقرب بنز الكباس من الشاقة ويضغط عليه ليدفعها بسرعة خارج الصرر الثلاث ويحل محلها . وينبغى إجراء هذه العملية بسرعة بحيث تتم قبل أن يبرد الكباس .

وإذا تطلب الأمر بذل طاقة كبيرة ، بالرغم من تسخين الكباس ، فى هذه الحالة يستعمل بدقاق مطاطى وشاقة مصنوعة من معدن خفيف .



شكل (٧٢) : إخراج بنز
الكباس بوساطة شاقة .



شكل (٧٣) : تركيب بنز الكباس .
١ – حلقة الإطباق (التثبيت)
٢ – بنز الكباس .
٣ – الكباس .

١٣ – بعد إيلاج بنز الكباس يجب تثبيته بإحكام .

١٤ – عند تركيب ذراع التوصيل (البيل) يجب التأكد من أن محورى فتحتى نهايتيها الصغرى والكبرى متوازيان . ولإجراء ذلك ينبغى استخدام جهاز ضبط التوازى .

١٥ – قبل فك الحدافة (الفولان) يعلم موضعها فى العمود المرفقى نظراً لأن علامات تمييز النقط الميتة العليا والسفلى ، وتوقيت حركة الصمامات ، وتوقيت الإشعال ، مطبوعة

على المحيط الخارجى للحدافة . ولا يمكن إعادة تركيب الحدافة فى وضعها الصحيح ، عند تجميع المجموعة المرفقية ، إلا إذا أحسن تعليم موضعها .

١٦ – يجب إعادة تشغيل جوانب أسنان الحلقة المسننة (ترس الفولان) ، بغرض إزالة الجذاذات المعدنية (الرايش) منها ، إذا تطلب الأمر ذلك ، لتمكين ترس بنيون مبدئ الحركة (المارش) من التعشيق فيها بسلاسة .

١٧ – ينبغى التأكد من إحكام تثبيت الحدافة بالعمود المرفقى ، فالتركيب غير المحكم (السائب) لها يتسبب فى إحداث أصوات تماثل أصوات النقر الصادرة من المحامل .

وفى الغالب تكون إعادة استخدام مسامير التثبيت المقلوظة أمراً عديم الجدوى نظراً لتآكل أسنان الثقوب المقابلة لها . وفى هذه الحالة يجب إعادة تجويف (خراطة) الثقوب وقلوظتها مع استخدام مسامير مقلوظة جديدة ذوات أقطار أكبر .

٤ – مجموعة توقيت حركة الصمامات

(ا) عـــام

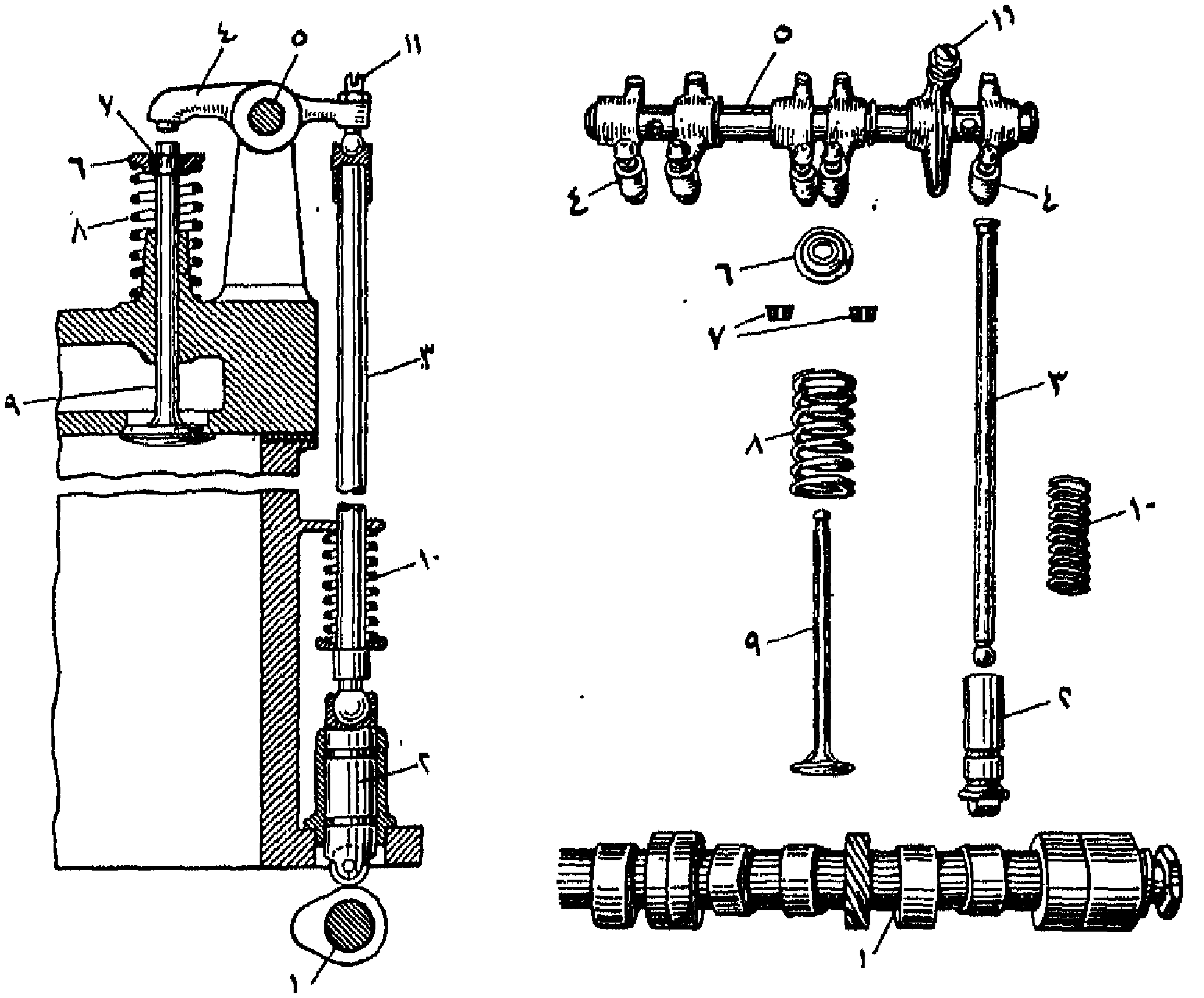
يطلق اسم توقيت حركة الصمامات (أو باختصار : توقيت الحركة) على تحديد الوقت الذى ينبغى فيه السماح للخايط الغازى الجديد بالدخول إلى الأسطوانة ، والوقت الذى ينبغى فيه تصريف الغازات العادمة منها ، فضلا عن تشغيل الصمام وفقاً لهذين المطلبين للحصول على دورة ثابتة ومستمرة للمحرك . وتوقيت الحركة عملية معقدة وتتطلب لحسن أدائها عدداً من الأجزاء التى تشملها مجموعة تعرف باسم مجموعة توقيت حركة الصمامات . وتشتمل مجموعة توقيت الحركة ، حسب تصميمها ، على الأجزاء التالية (شكل ٧٤) :

– الصمامات وياياتها
– الأذرع المترجحة
– أذرع الدفع والروافع (التاكيهات)
– عمود الكامات وترس إدارته

وتجدر الإشارة هنا إلى أن مجموعة توقيت الحركة بهذا الوصف لا تستخدم عادة إلا فى المحركات ذوات الدورات الرباعية الأشواط . أما توقيت حركة المحركات ذوات الدورات الثنائية الأشواط ، فيتم بوساطة قنوات وفتحات بالكيفية السابق شرحها من قبل .

(ب) طرق توقيت الحركة

هناك طرق عديدة لتوقيت الحركة ، بمعنى فتح الصمامات وغلقها ، تتوقف على تصميم المحرك . ويوضح الشكل (٧٥) قطاعاً فى محرك صماماته مرتبة بحيث تتوجه سيقانها إلى أسفل . ويطلق



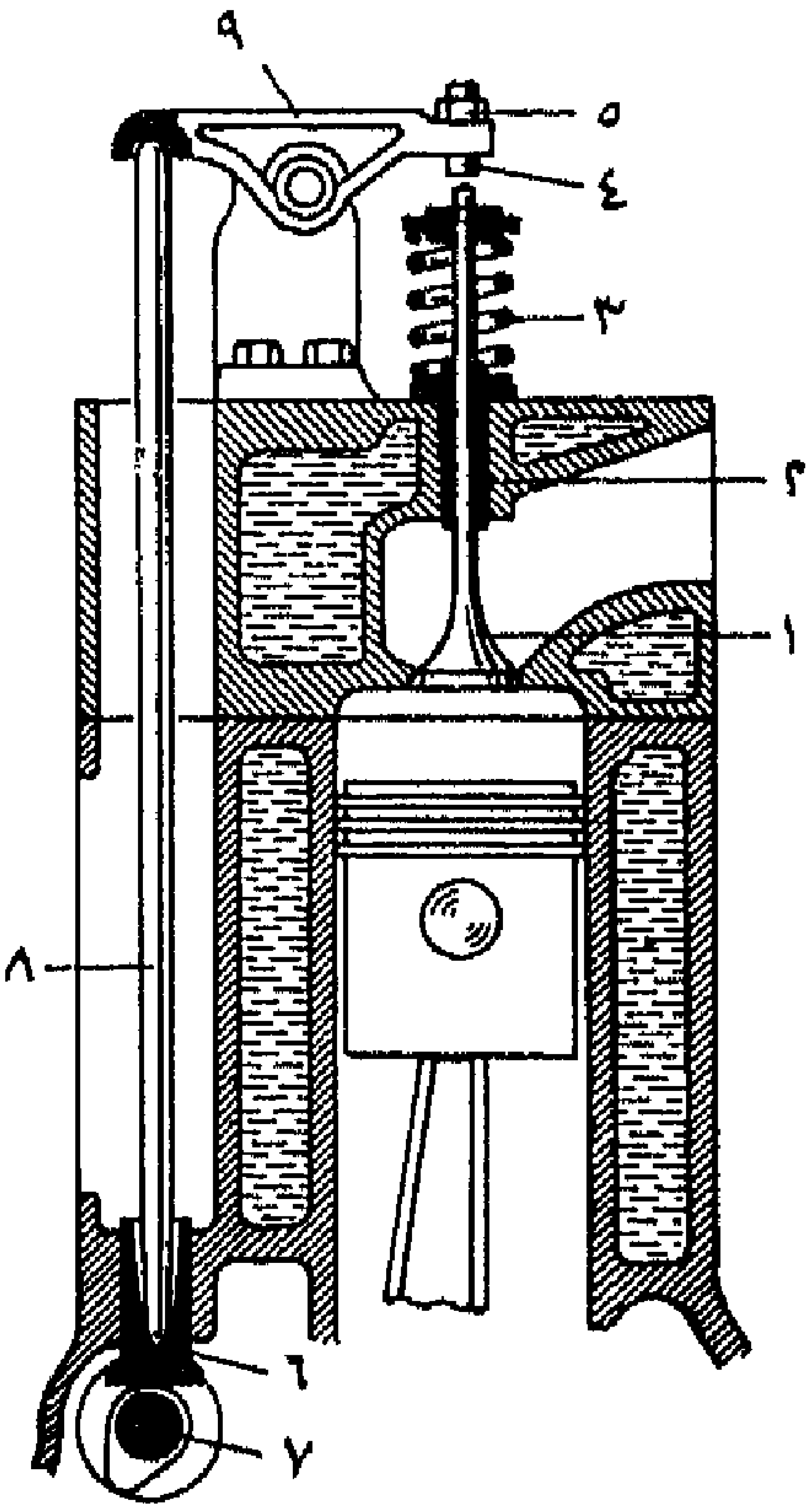
شكل (٧٤) : الأجزاء المكونة لمجموعة الصمام الرأسى (العلوى) .

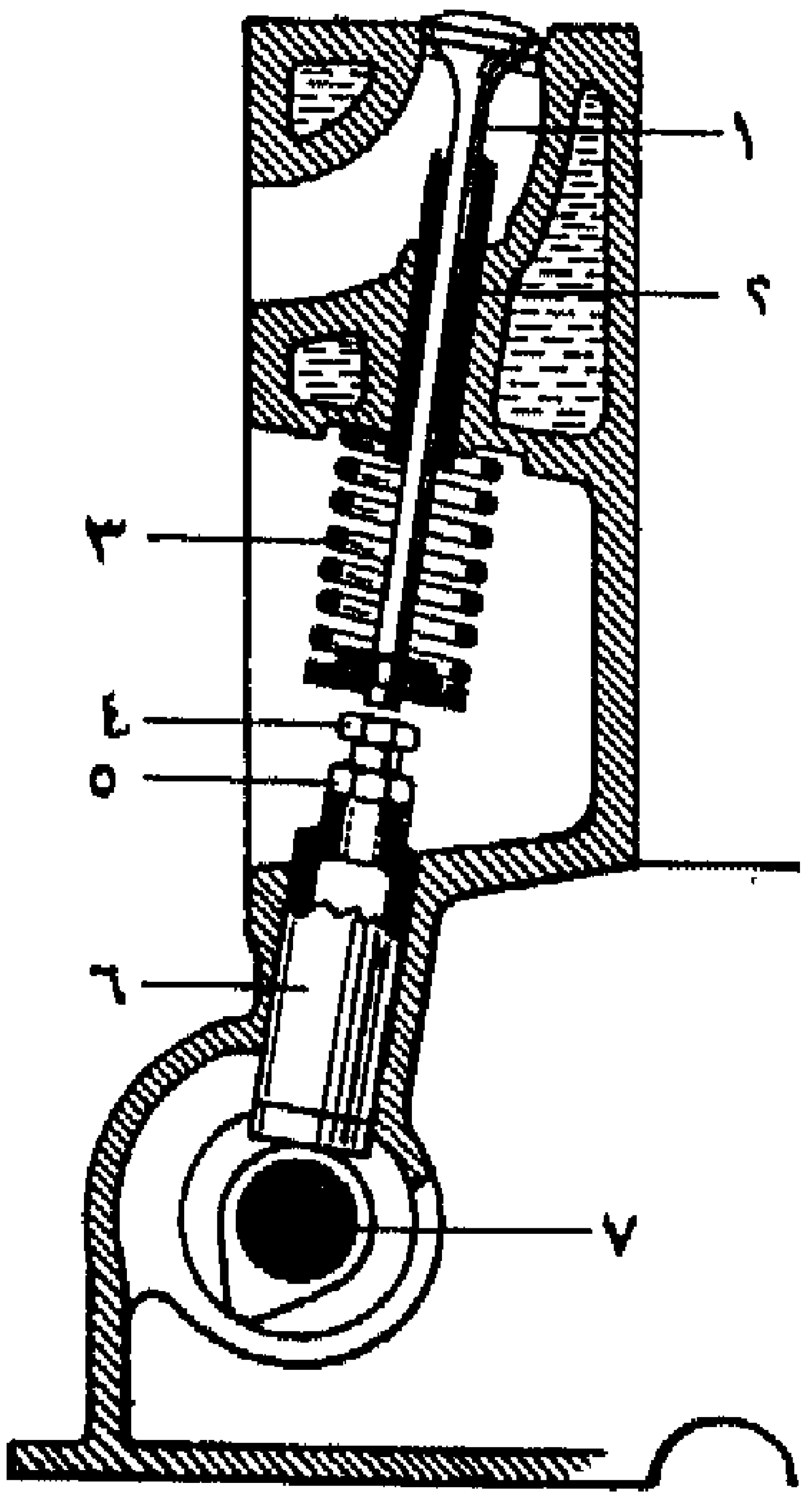
١ — عمود الكامات
٢ — الرافعة (التاكيه)
٣ — ذراع الدفع
٤ —الذراع المترجحة
٥ —عمود الأذرع
٦ —طبق اليأى
٧ — المخروط المشقوق .
٨ — يأى الصمام
٩ — الصمام
١٠— يأى ذراع الدفع
١١— مسمار الضبط وبه صامولة التثبيت

على الصمامات بهذا الترتيب اسم الصمامات الجانبية . ويعرف المحرك ذو الصمامات الجانبية باسم المحرك ذى الرأس الذى على شكل الحرف « L » . ويتم التحكم فى توقيت حركة هذه الصمامات بوساطة أجزاء من مجموعة التوقيت المرتبة أسفل الصمامات .

ويوضح الشكل (٧٦) قطاعاً فى محرك صماماته علوية مرتبة فى وضع رأسى بحيث تتجه سيقانهـا إلى أعلى . ويستنتج من الشكل أنه فى حالة المحرك ذى الصمامات العلوية يمكن ترتيب أجزاء مجموعة التوقيت أسفل الصمامات أو أعلاها على حد سواء .

والمحرك الذى تكون فيه الصمامات ، ومسالك الوقود المؤدية إلى غرفة الاحتراق ، فوق رأس الأسطوانات فى النقطة الميتة العليا ، يعرف باسم المحرك ذى الرأس الذى على شكل الحرف « I » ، أو المحرك الذى توجد صماماته برأسه (أو المحرك ذى الصمامات العلوية) . وإذا كانت الصمامات





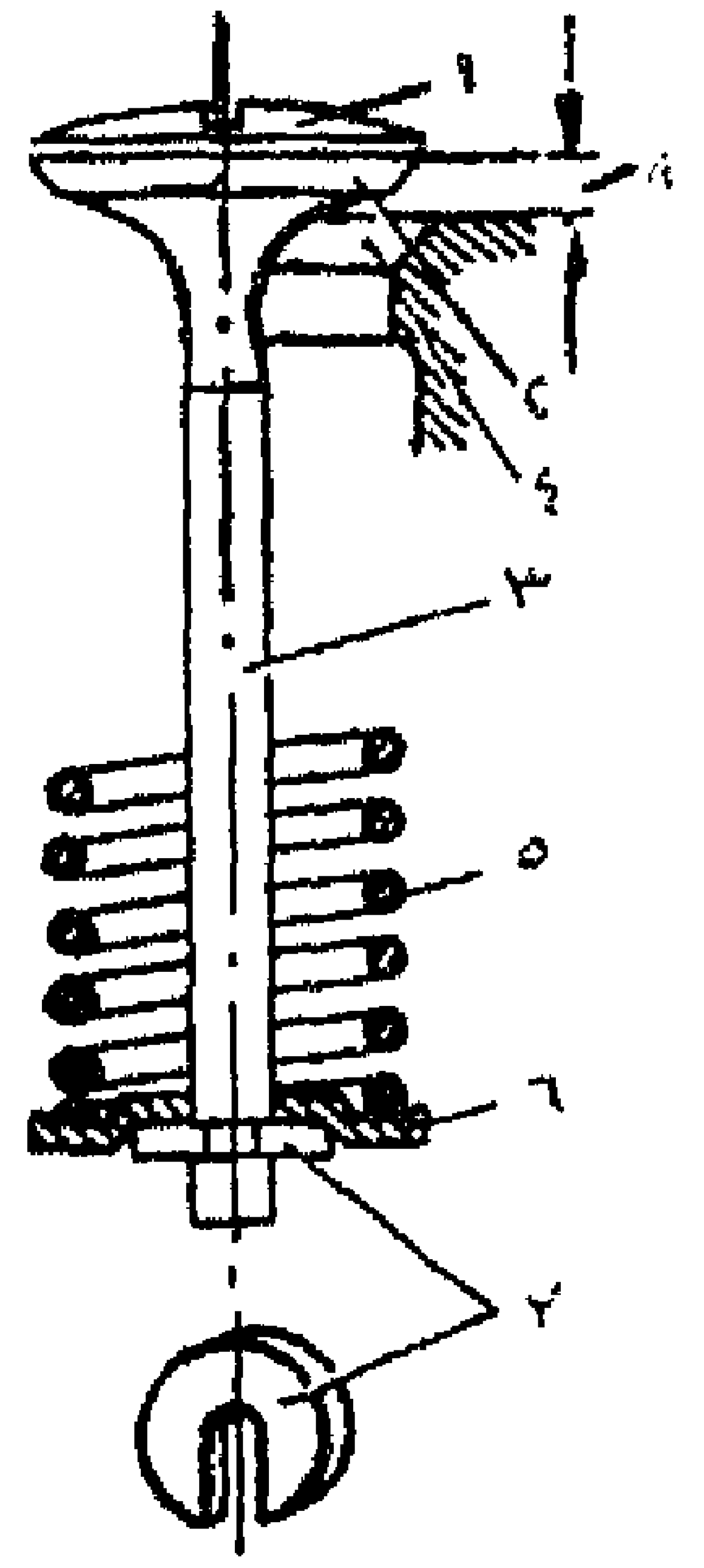
شكل (٧٦) : الصمام العلوى
١ — الصمام
٢ — جلبة التوجيه (الدليل)
٣ — ياى الصمام
٤ — مسمار الضبط وصامولته
٥ — صامولة التثبيت
٦— الرافعة
٧— عمود الكامات
٨— ذراع الدفع
٩— الذراع المترجحة .

شكل (٧٥) : الصمام الجانبى
١ — الصمام
٢ — جلبة التوجيه (الدليل)
٣ — ياى الصمام
٤ — مسمار الضبط وصامولته
٥ — صامولة التثبيت
٦ — الرافعة
٧ — عمود الكامات

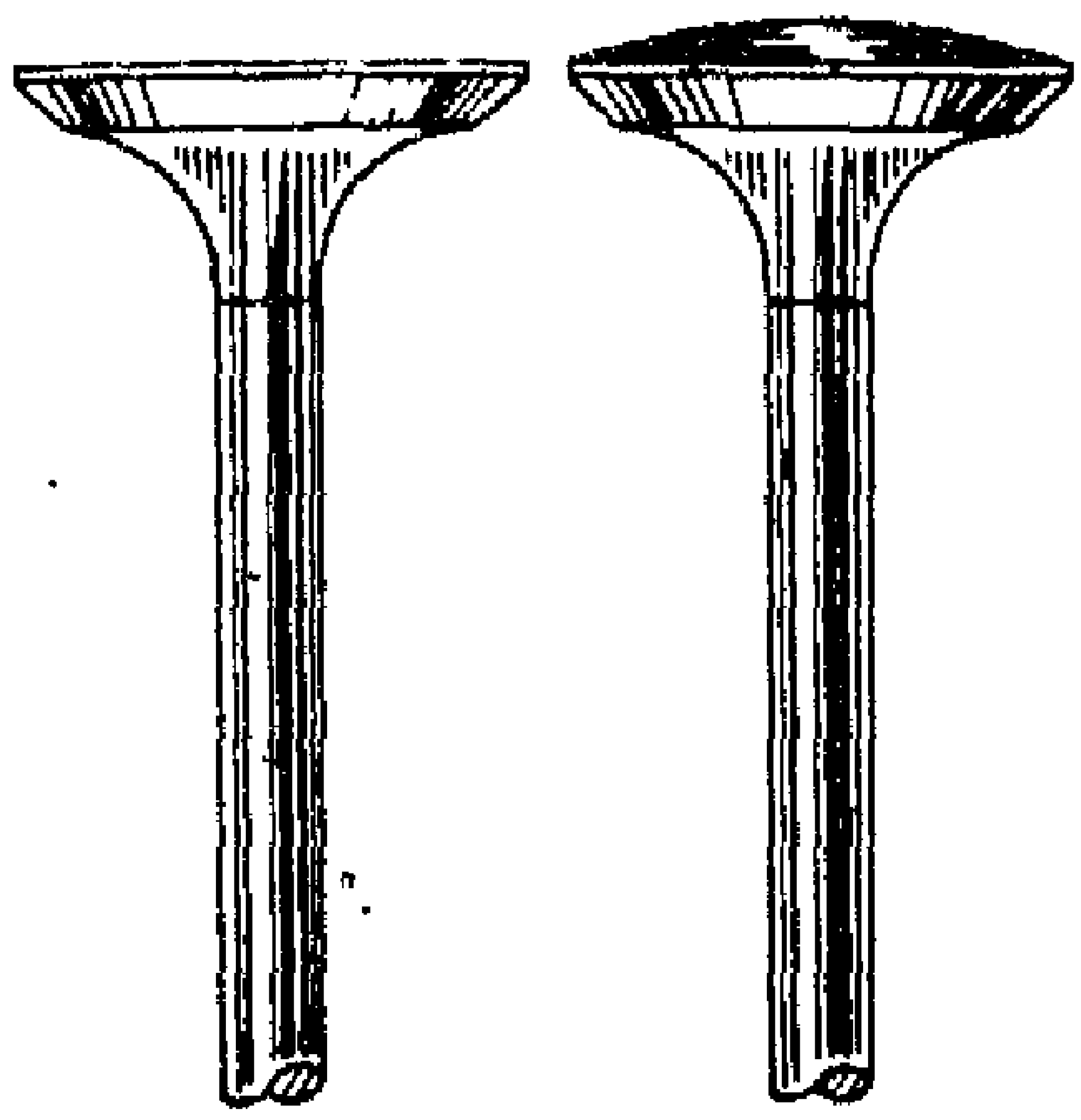
ومسالك الوقود تحت النقطة الميتة العليا فحينئذ يعرف المحرك باسم المحرك ذى الرأس الذى على شكل الحرف « L » أو المحرك الذى توجد صماماته بكتلته . ويعتبر نوع ترتيبة توقيت الحركة عاملا أساسياً فى تحديد شكل غرفة الاحتراق . وعدد أجزاء مجموعة توقيت الحركة فى حالة الصمامات العلوية أكبر منه فى حالة الصمامات الجانبية .

(ج) الصمامات ، ويايات الصمامات ، ودلائل الصمامات

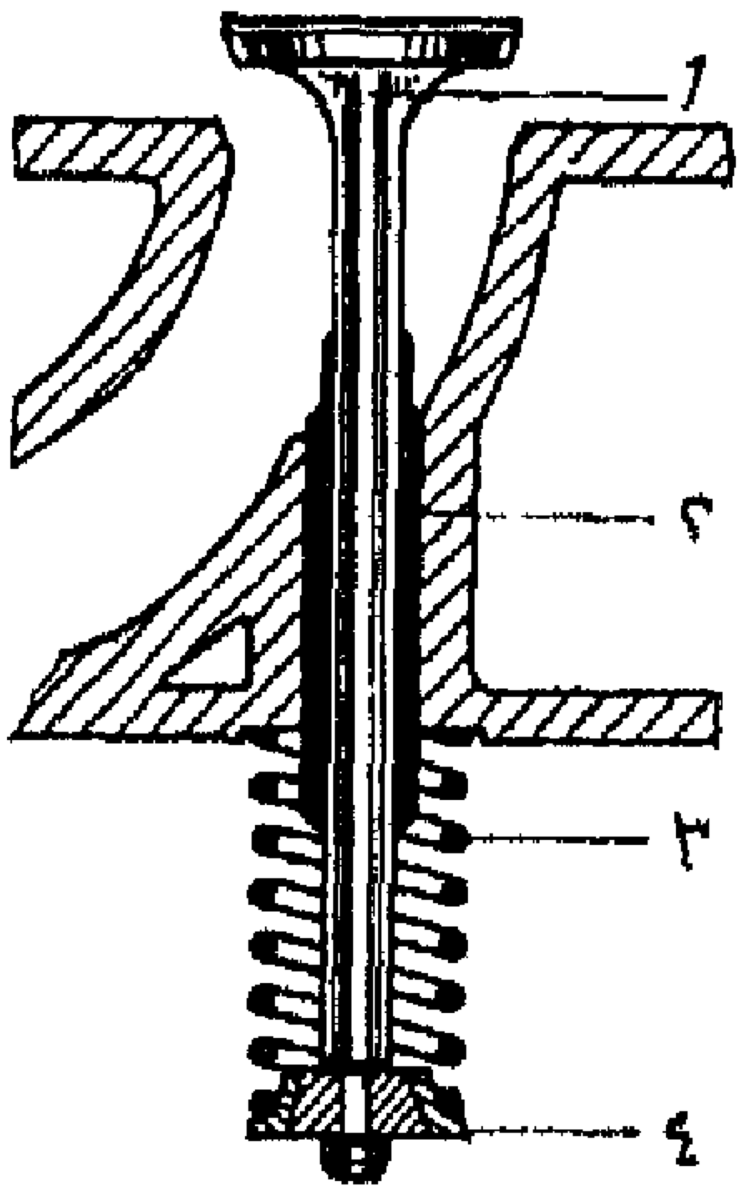
وظيفة الصمامات هى ضبط دخول الغازات الجديدة وخروج الغازات العادمة . ويجب أن تكفل الصمامات منع التسرب من غرف الاحتراق فى أثناء الانضغاط والتمدد لتفادى حدوث أى انخفاض فى الضغط . ويتكون الصمام من قرص (رأس) وساق ، كما هو موضح فى الشكل (٧٧) .



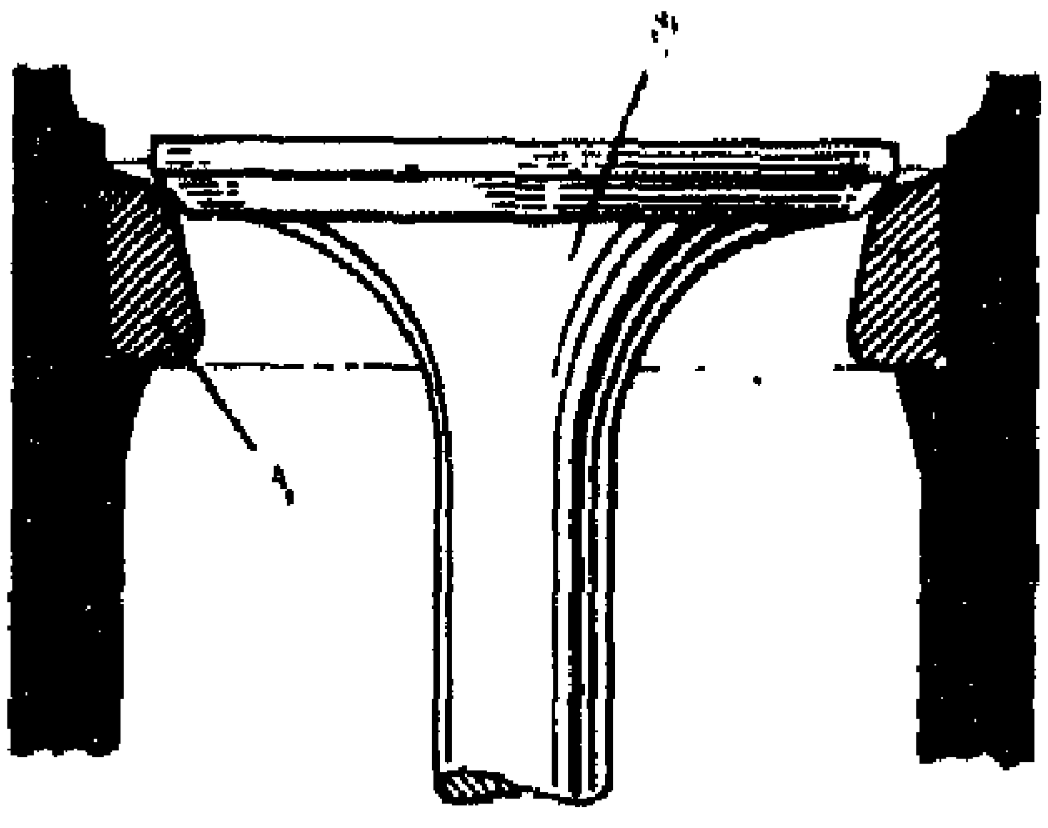
شكل (٧٧) : الصمام
١ – قرص الصمام
٢ – مساحة مقعد الصمام
٣ – ساق الصمام
٤ – مقعد الصمام
٥ – ياى الصمام
٦ – طبق الياى
٧ – قرص مشقوق
٨ – مسافة تحرك الصمام



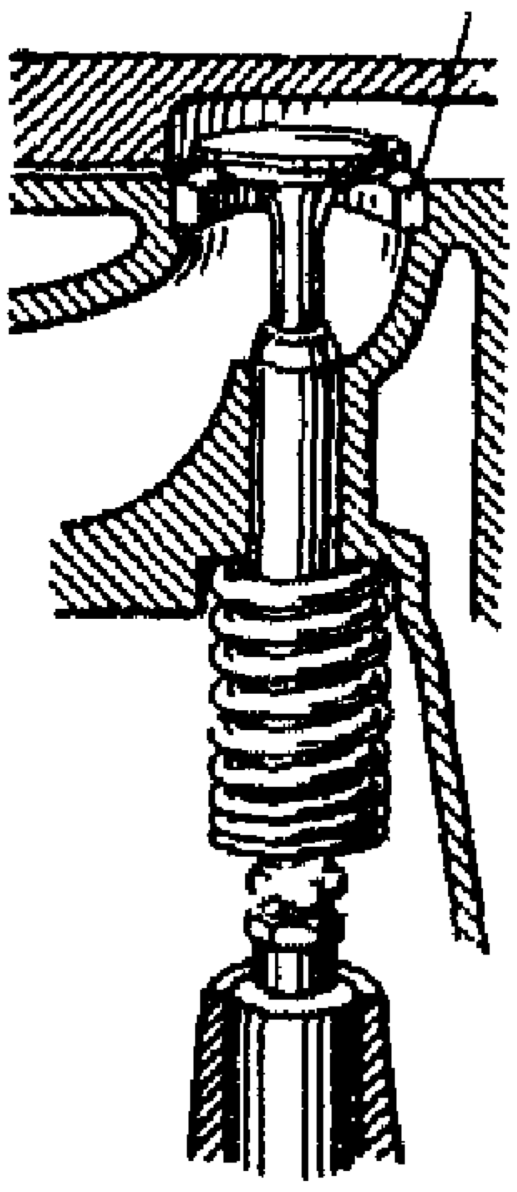
شكل (٧٨) : شكلان من الأشكال المختلفة لأقراص (رؤوس) الصمامات .



شكل (٧٩) : صمام كامل
١ – الصمام
٢ – جلبة توجيه (دليل الصمام)
٣ – ياى الصمام
٤ – طبق الياى



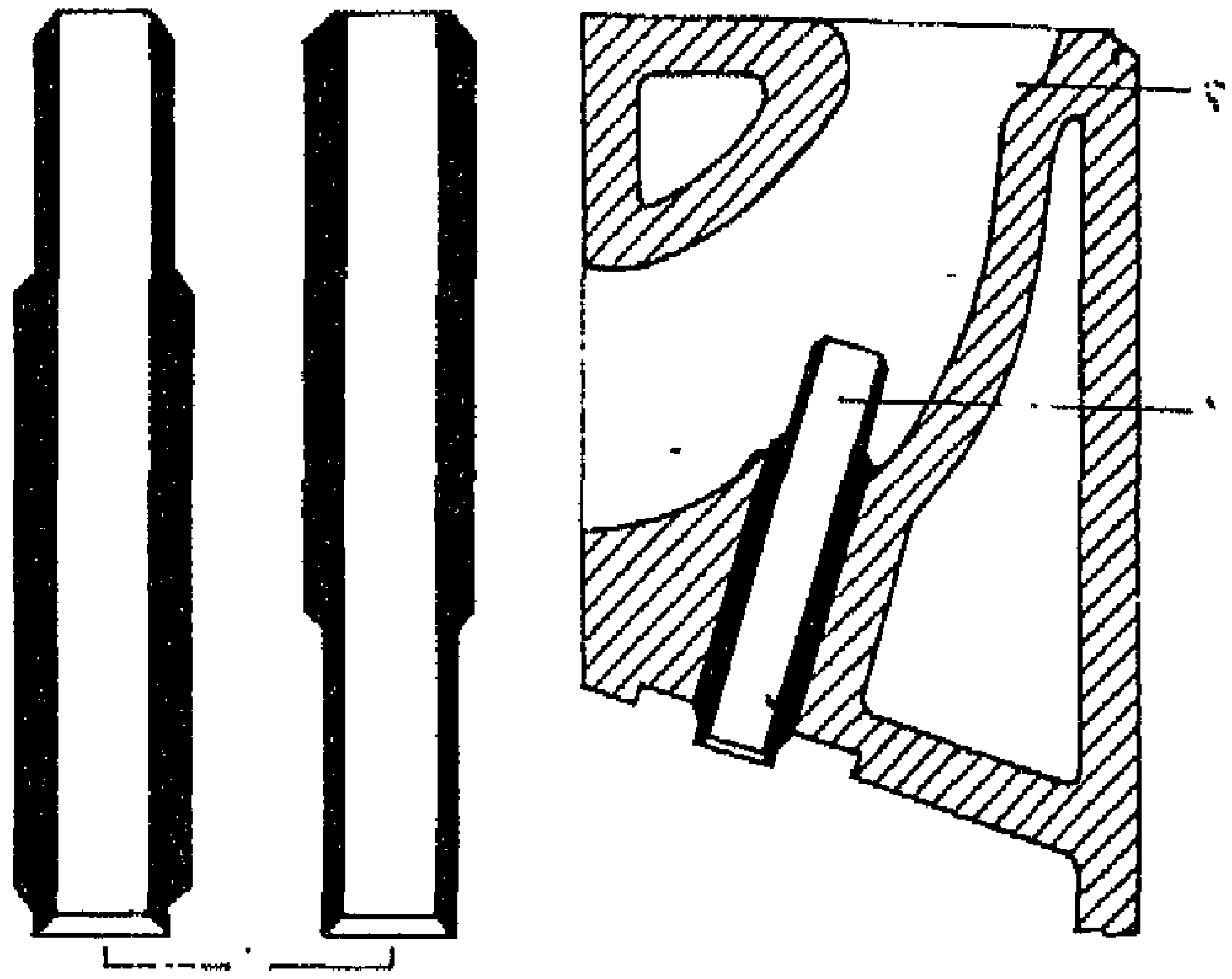
شكل (٨٠) : مقعد صحيح للصمام
١ – حلقة مقعد الصمام
٢ – الصمام



شكل (٨١) : وضع حلقة جلوس الصمام .
١– حلقة جلوس الصمام.

وهناك أشكال عديدة لأقراص (رؤوس) الصمامات (شكل ٧٨) . ويسخن قرص (رأس) صمام العادم إلى درجة حرارة تتراوح بين ٥٠٠° م ، ٨٠٠° م نتيجة ارتفاع درجات حرارة الغازات العادمة .

ولتحقيق الفعل المناسب لمنع التسرب فإن ذلك يتوقف على وجود مقعد مضبوط ومناسب للصمام فى غرفة الاحتراق . وتميل حوافى مساحة منع التسرب ، أو مساحة مقعد الصمام بزاوية ٤٥° أو ٣٠° .



شكل (٨٢) جلب توجيه الصمامات (الدلائل)
١ — جلبة توجيه الصمام (الدليل)
٢ — مقعد الصمام

وتقوم مجموعة توقيت الحركة بفتح الصمامات ، بينما يتم قفلها بوساطة اليايات . ويأى الصمام عادة يأى حلزونى يركب حول ساق الصمام بالاستعانة بطبق أو غطاء (شكل ٧٩) .

وتتعرض يايات الصمامات لإجهادات كبيرة نتيجة لارتفاع درجات الحرارة ، فضلا عن حركتها السريعة والمتواصلة . ومن ثم فإنها قد تصبح ضعيفة ، أو ربما تنكسر ، بعد فترة طويلة من التشغيل . وهذا هو السبب فى ضرورة اختبارها ، من جهة الشد الصحيح ، عند إجراء الإصلاحات .

ولكفالة الإحكام الجيد ضد تسرب الغازات يجب أن يكون هناك تلامس جيد وكامل (تخديم) بين وجه الصمام ، أى مساحة الارتكاز (الجلوس) عند قرص الصمام ، وبين مساحة مقعد الصمام الموجود فى غرفة الاحتراق (شكل ٨٠).

ويتعرض وجه الصمام لإجهادات كبيرة ، ومن ثم فإنه يتآكل بمرور الوقت نتيجة للحركة المستمرة للصمام ، من صعود وهبوط ، بسرعات عالية .

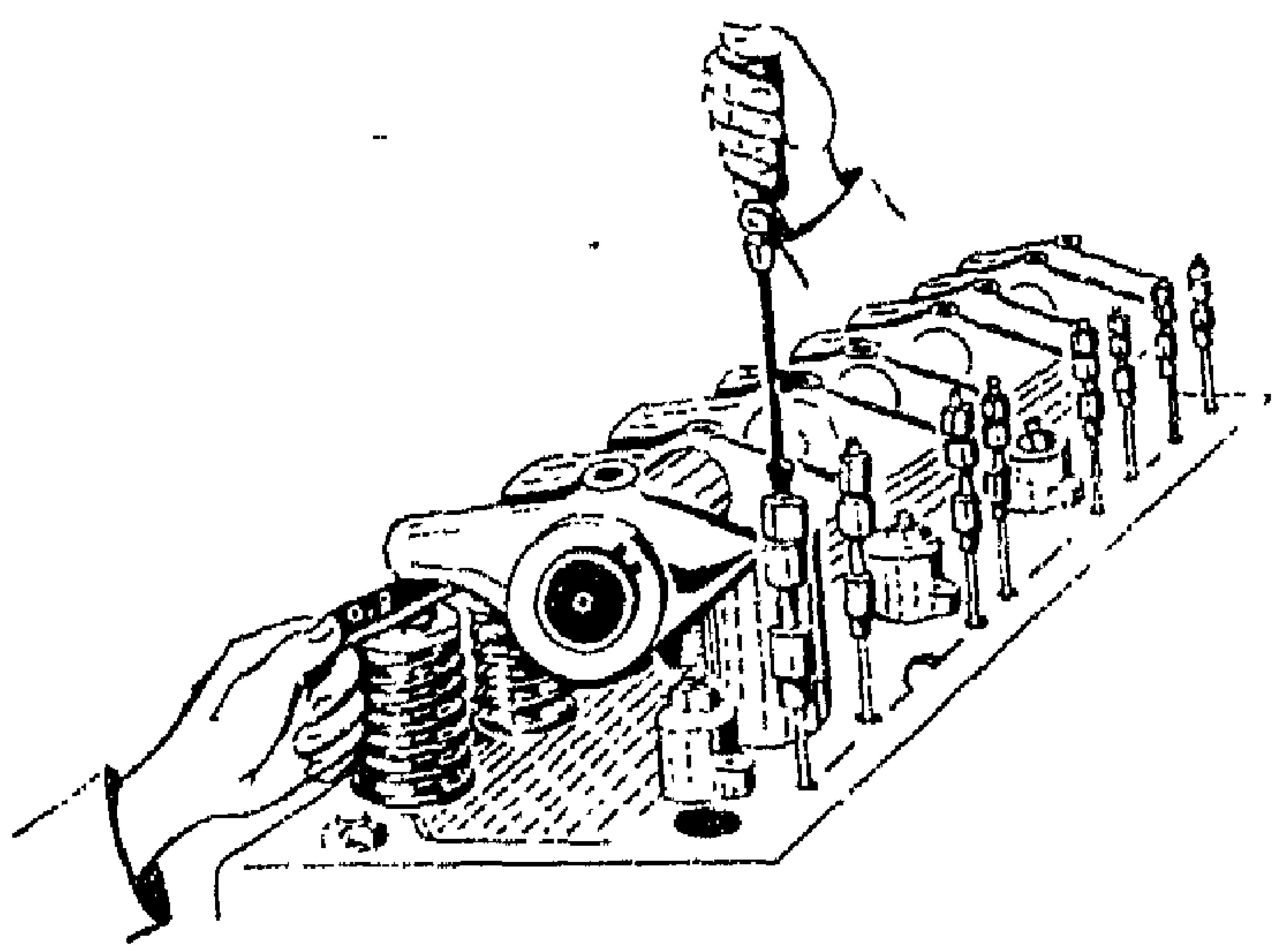
لذلك ينبغى إعادة تجليخ الصمامات المتآكلة .

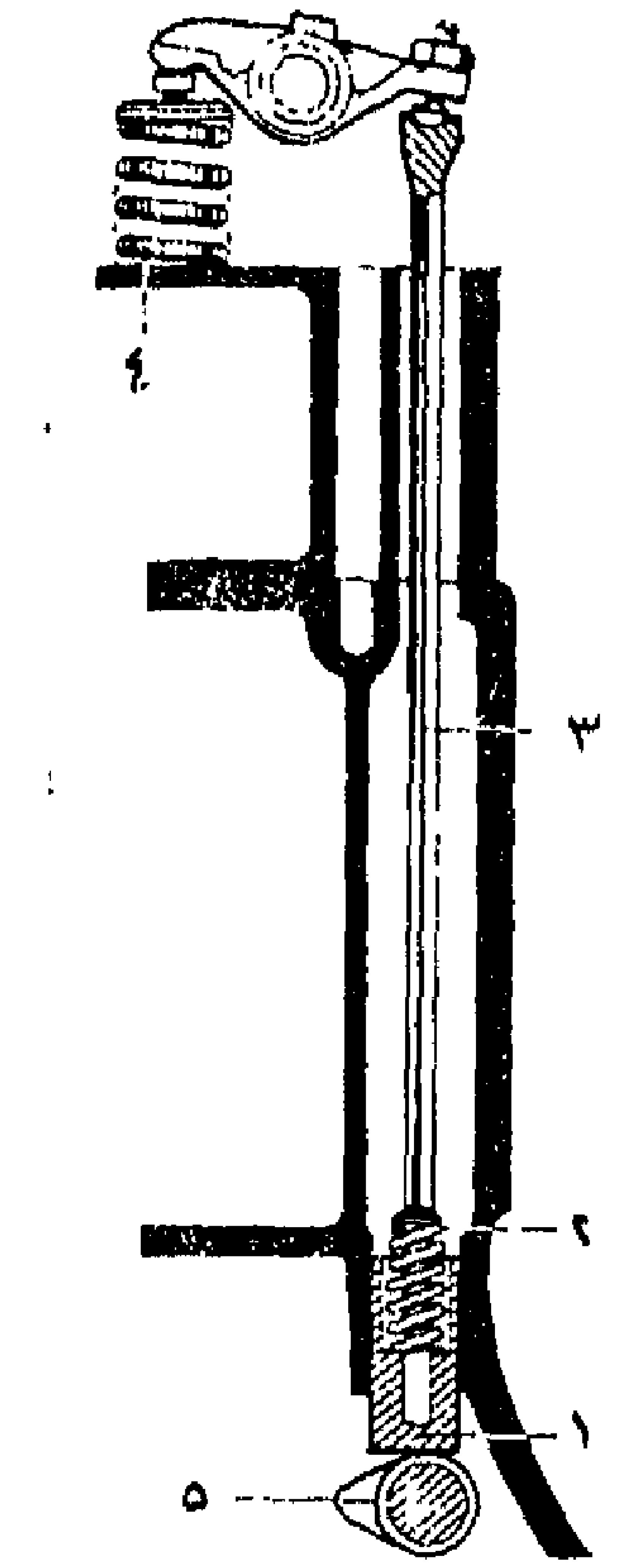
ويمكن تجليخ مقعد الصمام فى كتلة الأسطوانات إذا كانت مصنوعة من الحديد الزهر الرمادى . ومن ناحية أخرى ، فإنه توضع فيها فى الغالب حلقات لجلوس الصمام (شكل ٨١) .

وتنزلق ساق الصمام فى دليله لكفالة الأداء السليم للصمام . ويتكون هذا الدليل من جلبة لتوجيه الصمام تركب فى رأس الأسطوانات بحيث يمكن خلعها منه (شكل ٨٢) .

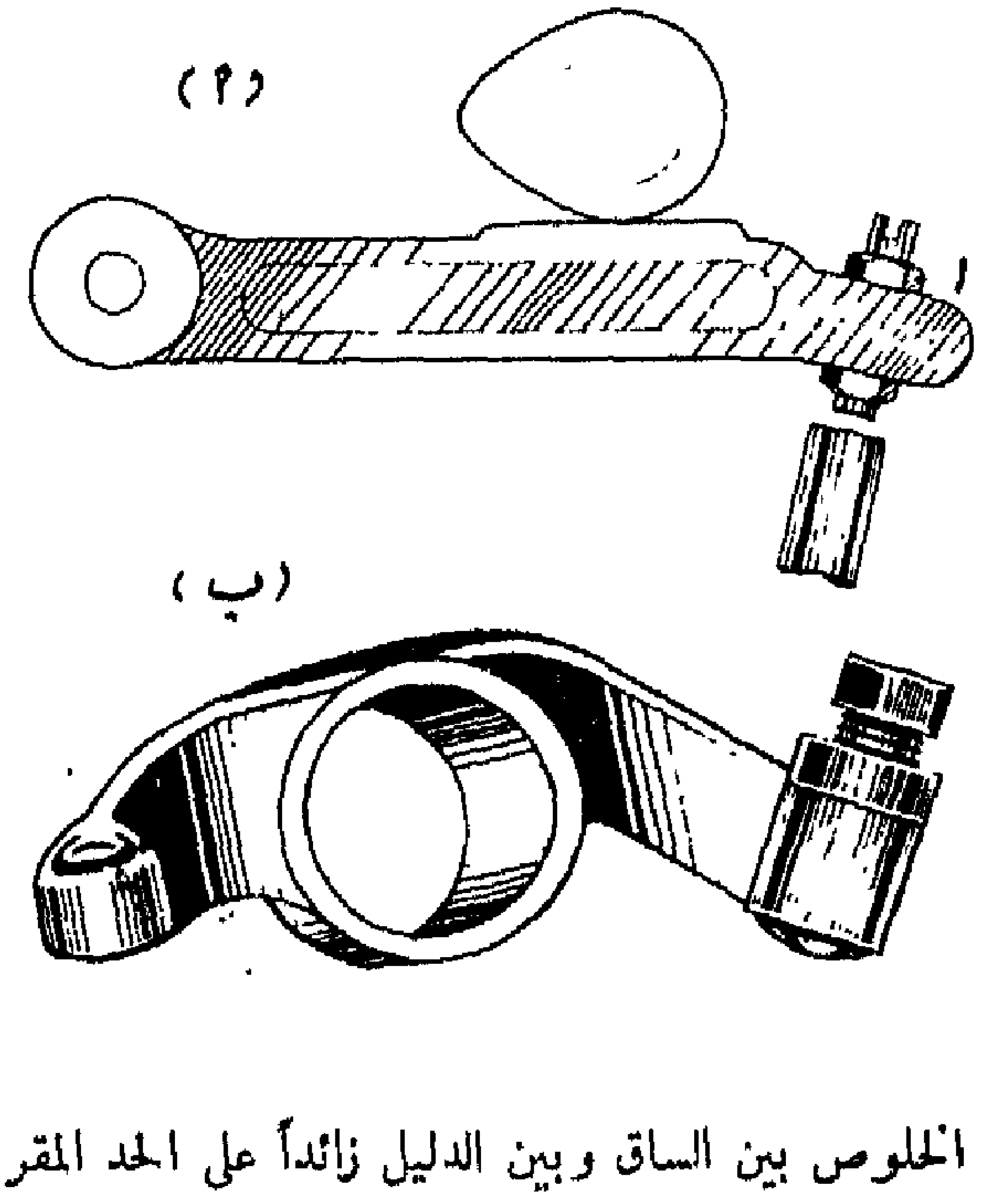
ويعمل دليل الصمام ، وخاصة دليل صمام العادم ، على تبريد الحرارة وتسريبها . وهذا هو السبب فى ضرورة الاهتمام بصفة خاصة بمقدار اللعب (البوش) فى ساق الصمام . فإذا كان

شكل (٨٣) : ضبط خلوص الذراع المترجحة التى تشغل الصمام العلوى . يلزم استخدام محدد قياس (فلر) فى هذه العملية .





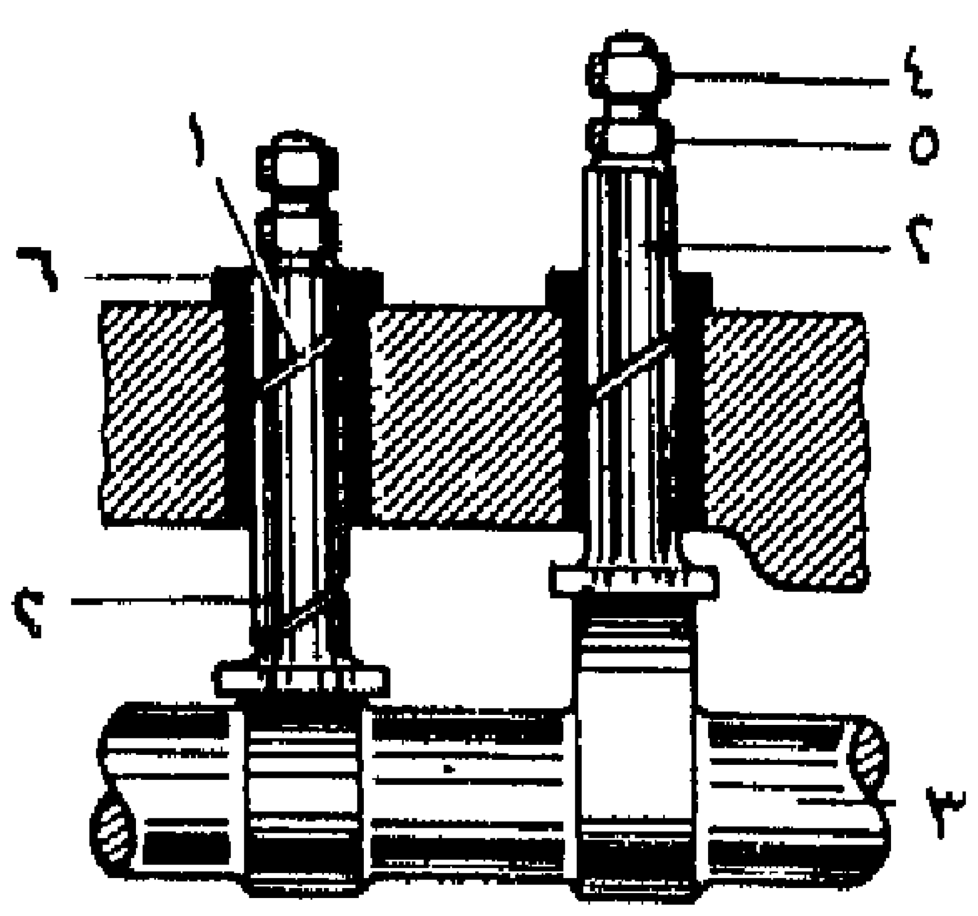
شكل (٨٥) : ذراع دفع مركبة على ياى .
١ — أصبع غمازة
٢ — ياى
٣ — ذراع الدفع
٤ — ياى الصمام
٥ — كامة



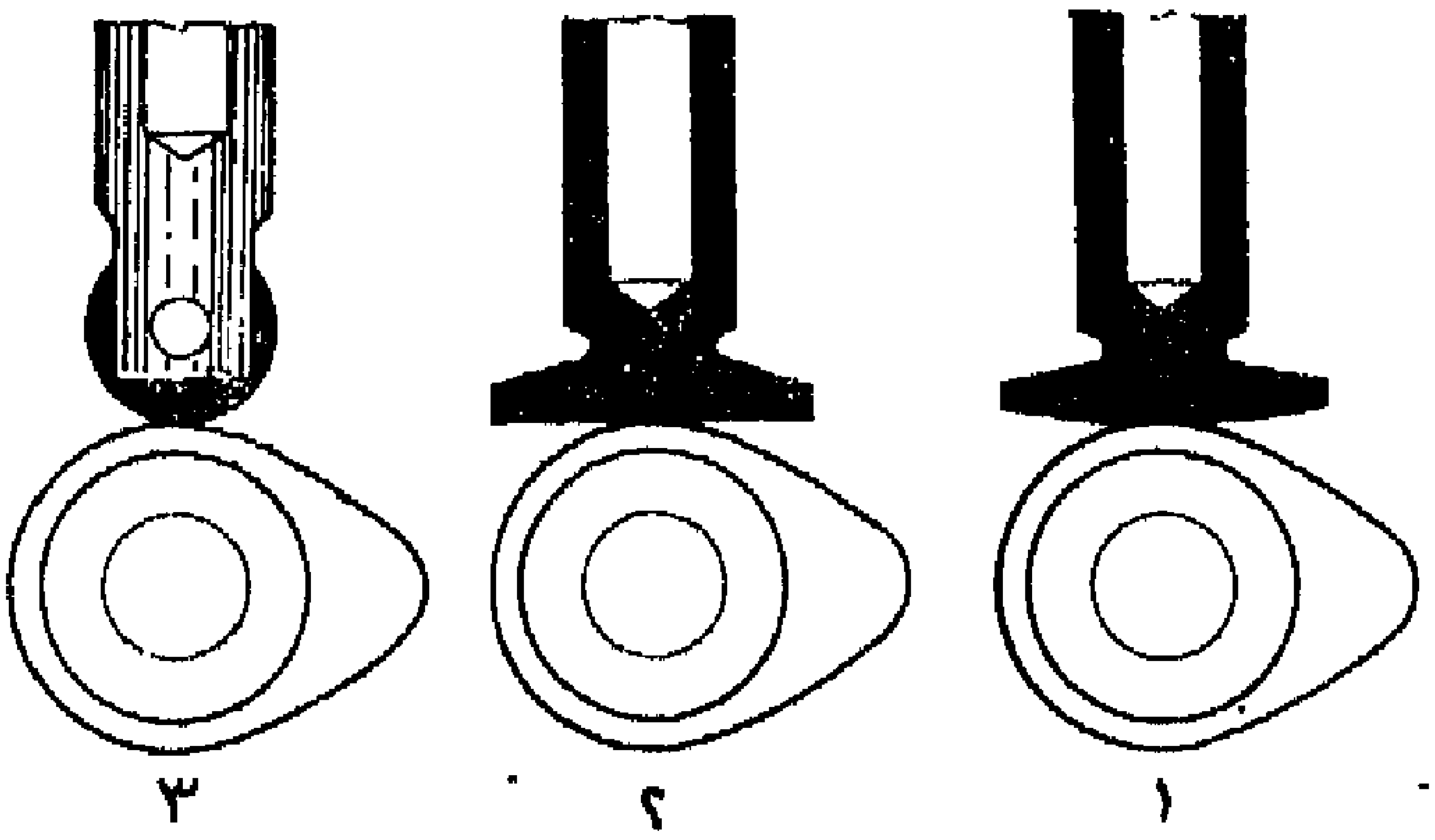
شكل (٨٤) : رافعة ترجحية (أ) وذراع مترجحة (ب) .
١ — مسمار ضبط مقلوظ .

الخلوص بين الساق وبين الدليل زائداً على الحد المقرر له ، فى هذه الحالة تقل كمية الحرارة المبددة (المسربة) ، كما يصبح توجيه الصمام غير مضبوط ، ويصبح منع التسرب فى غرفة الاحتراق غير كاف .

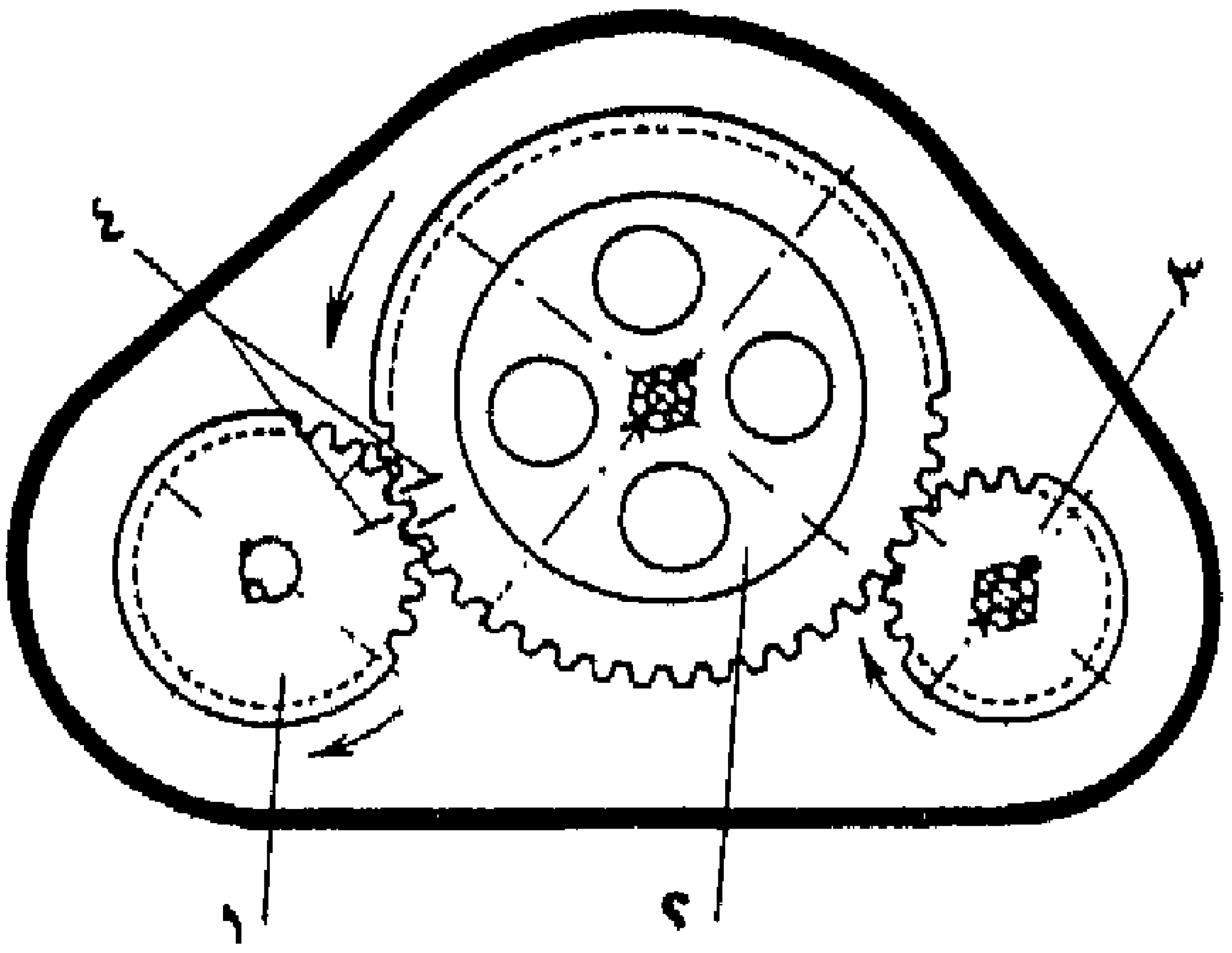
ومن ناحية أخرى ، قد تلتصق (تقفش) ساق الصمام إذا كان هذا الخلوص أقل من الحد المقرر له .



شكل (٨٦) : اصبع الصمام الغمازة
١ — حز (مجرى) الزيت
٢ — الاصبع الغمازة
٣ — عمــود الكامات
٤ — مسمار الضبط المقلوظ
٥ — صامولة التثبيت
٦ — جلبة التوجيه (الدليل) .



شكل (٨٧) : أشكال أوجه الأصبع الغمازة
١ — الأصبع التي وجهها على شكل عش الغراب .
٢ — الأصبع التي وجهها على شكل القرص .
٣ — الأصبع ذات الطرف المتدحرج .



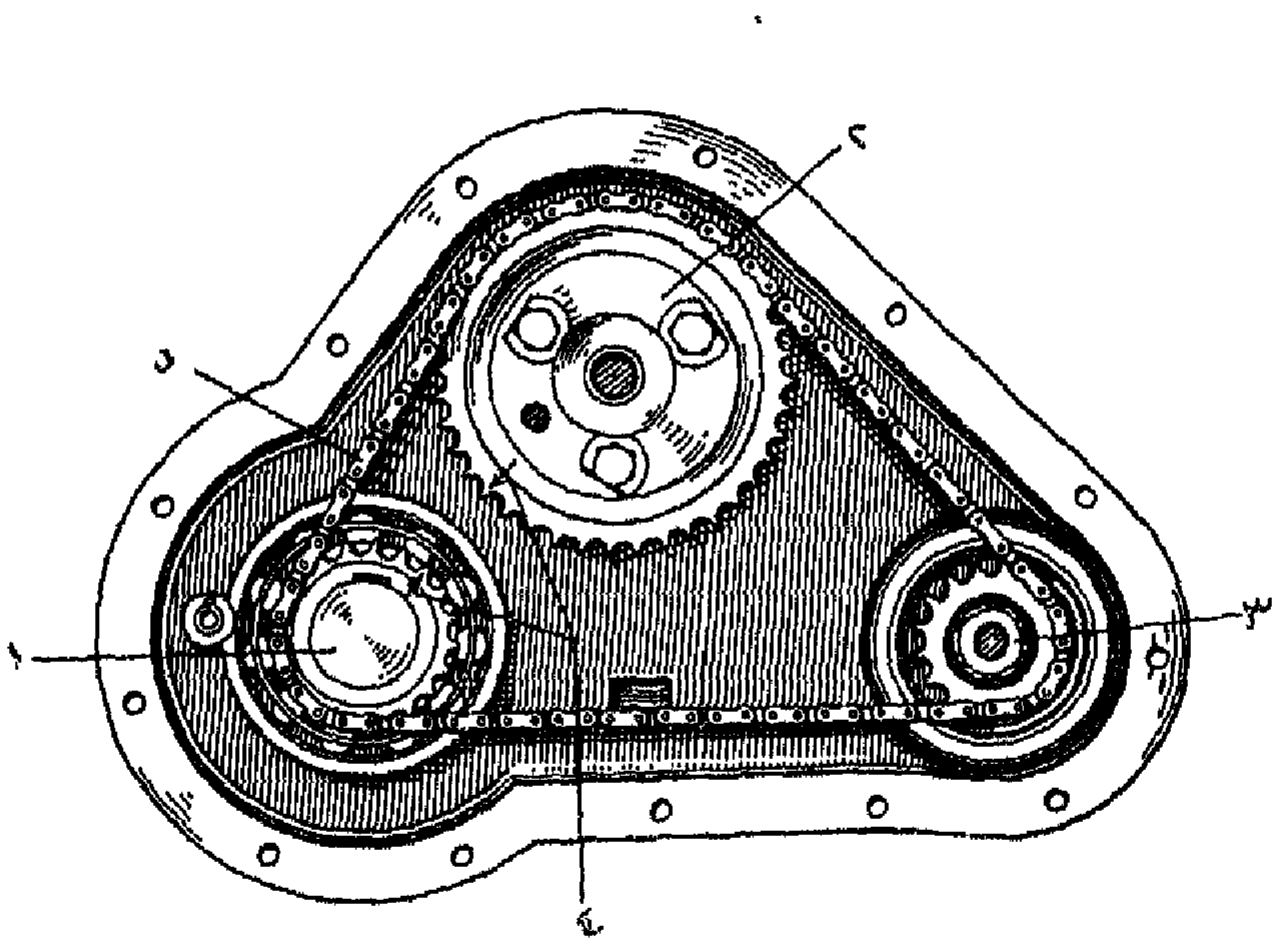
شكل (٨٨) : مجموعة إدارة عمود الكامات وتظهر بها علامتا تمييز الوضع عند التركيب
١ — ترس العمود المرفق .
٢ — ترس عمود الكامات .
٣ — ترس إدارة المولد الكهربائي (الدينامو) .
٤ — علامتا التمييز بترس العمود المرفق وعمود الكامات .
ويجب أن تتقابل العلامتان عند التركيب .

ويبلغ الخلوص بين ساق الصمام وبين دليله عادة من ٠,٠٤ مم إلى ٠,٠٩ مم .

(د) ذراع الدفع ، والذراع المترجحة ، والرافعة

إذا كانت ترتيبة توقيت الحركة من النوع ذى الصمام العلوى ، وكان عمود الكامات مركباً فى كتلة الأسطوانات ، فى هذه الحالة يتطلب الأمر تركيب ذراع دفع ورافعة لرفع الصمامات . ويزود الطرف العلوى لذراع الدفع بقدح كروى الشكل تستقر عليه إحدى كفتى الذراع المترجحة . ووجه هذه الكفة كروى الشكل وبه مسمار مقلوظ لضبط خلوص الذراع المترجحة (شكل ٨٣).

وعندما تتحرك ذراع الدفع إلى أعلى ترتفع معها إحدى كفتى الذراع المترجحة فى حين تضغط الكفة الأخرى على ساق الصمام فينفتح الصمام .



شكل (٨٩) : مجموعة إدارة عمود الكامات بسلسلة (كاتينة) .
١ – ترس العمود المرفق .
٢ – ترس عمود الكامات .
٣ – ترس إدارة المولد الكهربائى (الدينامو) .
٤ – يجب أن يتقابل السهمان الموجودان على العمود المرفق وعمود الكامات بحيث يشيران إلى بعضهما البعض .
٥ – السلسلة (الكاتينة) .

ويمكن استخدام كل من الأذرع المترجحة والروافع الترجحية إذا كان عمود الكامات مركباً فى رأس الأسطوانات بالمحركات ذوات الصمامات العلوية (شكل ٨٤) .

وذراع الدفع عبارة عن ساق ينتهى طرفها السفلى بأصبع غمازة . ويوضح الشكل (٨٥) ذراع دفع مركبة فى أصبع غمازة على ياى لكفالة التحرك بسلاسة وانتظام .

(هـ) أصبع الصمام الغمازة

فى المحركات ذوات الصمامات العلوية ، التى يكون فيها عمود الكامات مركباً فى كتلة الأسطوانات ، تؤثر أصبع الصمام الغمازة على ذراع الدفع . أما فى المحركات ذوات الرأس الذى على شكل الحرف « L » ، فإن هذه الأصبع تؤثر على ساق الصمام مباشرة (شكل ٨٦ ، وانظر كذلك شكل ٧٥) .

ويسمى الجزء السفلى من أصبع الصمام الغمازة ، الذى يرتكز على الكامة ، باسم وجه الأصبع الغمازة . ويوضح الشكل (٨٧) تصميمات مختلفة للأصابع الغمازة ، وأكثرها استخداماً هى الأصابع التى على شكل عش الغراب . وفى حالة الصمامات الجانبية يزود الجزء العلوى من الأصبع الغمازة بمسمار مقلوظ وصامولة تثبيت لضبط خلوص الأصبع .

(و) عمود الكامات

يستمد عمود الكامات حركته من العمود المرفق عن طريق تروس أو سلسلة (كاتينة) ، ويحرك بدوره مجموعة توقيت الحركة لتحريك الصمامات . ويزود عمود الكامات بكامة واحدة لكل صمام . ويتوقف ترتيب الكامات على ترتيب الإشعال بالمحرك .

ويستحب إنجاز حركة الصمام بسرعة وبشكل فجائى من حيث تأثيرهما على قدرة المحرك ، بالرغم مما ينشأ عن ذلك من عيوب تتعلق بالتآكل الشديد وأصوات الخبط المرتفعة .

لذلك يصمم شكل الكامة بحيث يمكن الحصول على السرعة التوافقية لها ، والرفع المتوازن للصمامات .

ويوضح الشكل (٨٨) مجموعة بسيطة لإدارة عمود الكامات . وتزود التروس المحركة لعمود الكامات عادة بأسنان لولبية (حلزونية) بغرض تقليل مستوى أصوات الحركة . وللغرض نفسه تصنع تروس تحريك الكامات حالياً من المواد اللدنة (البلاستيك) . وإذا استلزم التصميم الخاص لمحرك وجود مسافة كبيرة بين العمود المرفق وبين عمود الكامات فى هذه الحالة يجب استخدام ترس وسيط أو سلسلة (كاتينة) حتى لا يكون مقاسا الترسين كبيرين بشكل غير مقبول (شكل ٨٩) .

(ز) ملاحظات تتعلق بالصيانة والإصلاح :

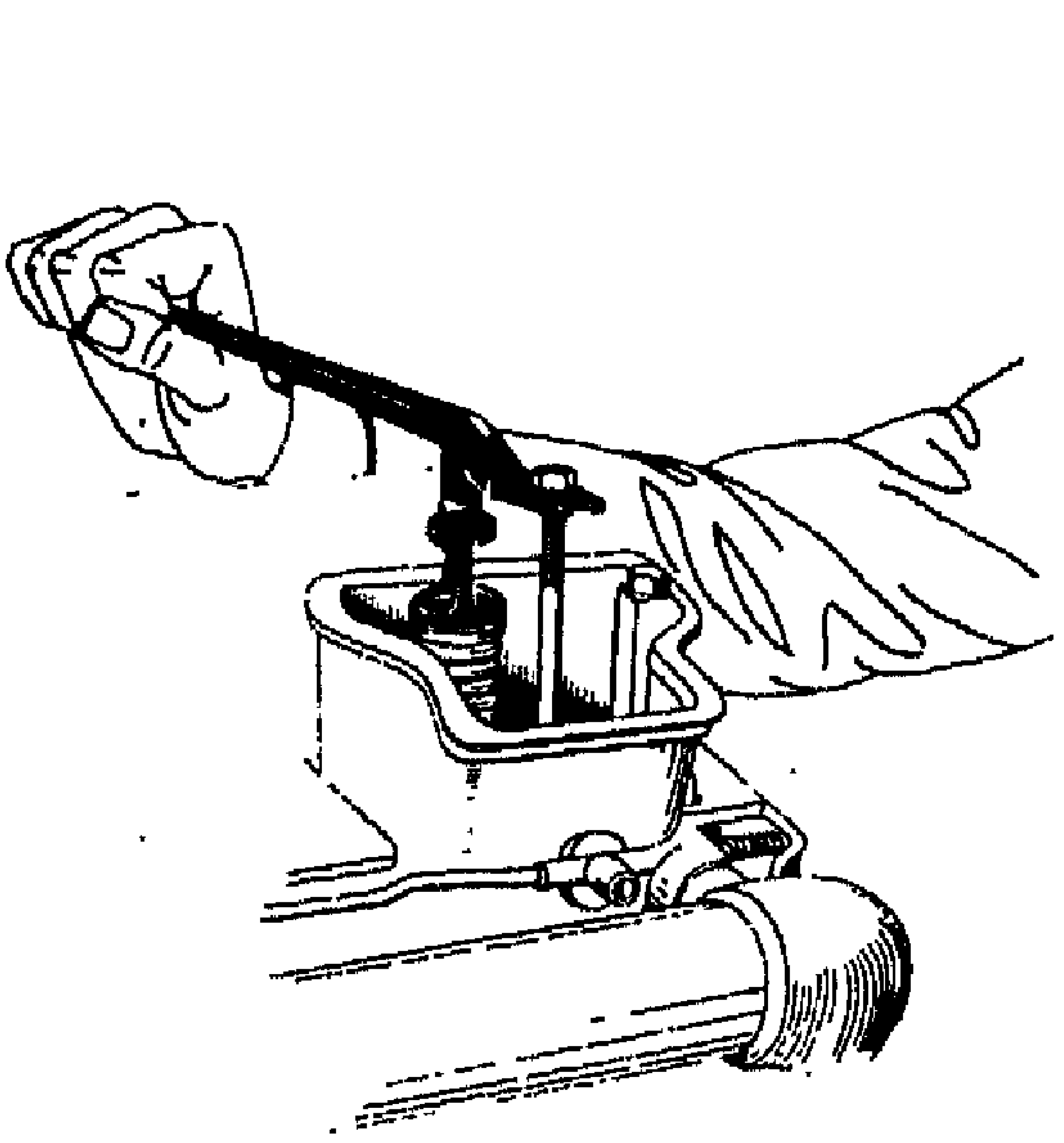
١ – لا يمكن الوصول إلى الصمامات إلا بعد خلع رأس الأسطوانات . ويجب غلق جميع الفتحات بإحكام لتفادى تسرب أية جسيمات غريبة إلى داخل المحرك .

٢ – يجب تعليم الصمامات قبل فكها لتمييزها ، بحيث يمكن إعادة تركيبها بعد ذلك فى مقاعدها الأصلية .

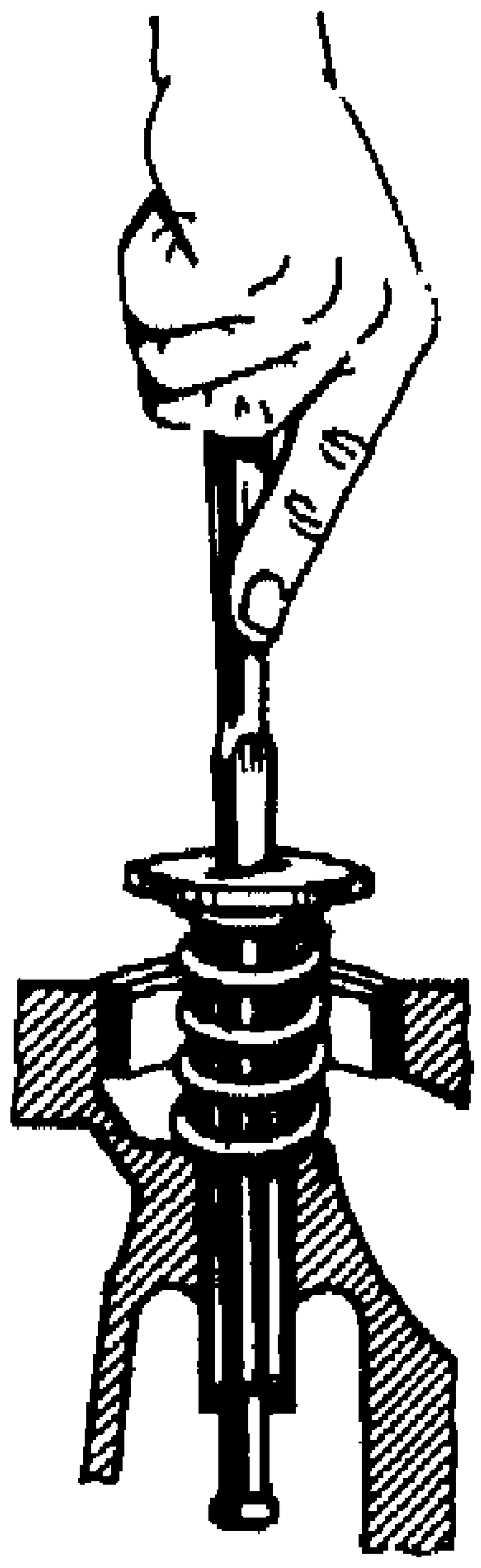
٣ – لإعتاق يايات الصمامات يجب استخدام الترتيبة الخاصة بفك الصمامات (شكل ٩٠) .

٤ – الصمامات الشديدة الربط (المزرجنة أو الملتصقة) ينبغى عدم فكها بالقوة ، مثل الطرق بمطرقة ، وإلا تسبب ذلك فى تلفها وتلف الأجزاء المجاورة لها . ويمكن تسييب رباط الصمامات الملتصقة بمقاعدها نتيجة الرواسب الكربونية باستخدام خليط مكون من ثمانية أجزاء من البنزين ، وسبعة أجزاء من النفتالين ، وستة أجزاء من الكحول. أما الصمامات الشديدة الربط (المزرجنة) فينبغى إعتاقها باستخدام الوسائط الخاصة (الزراجين) .

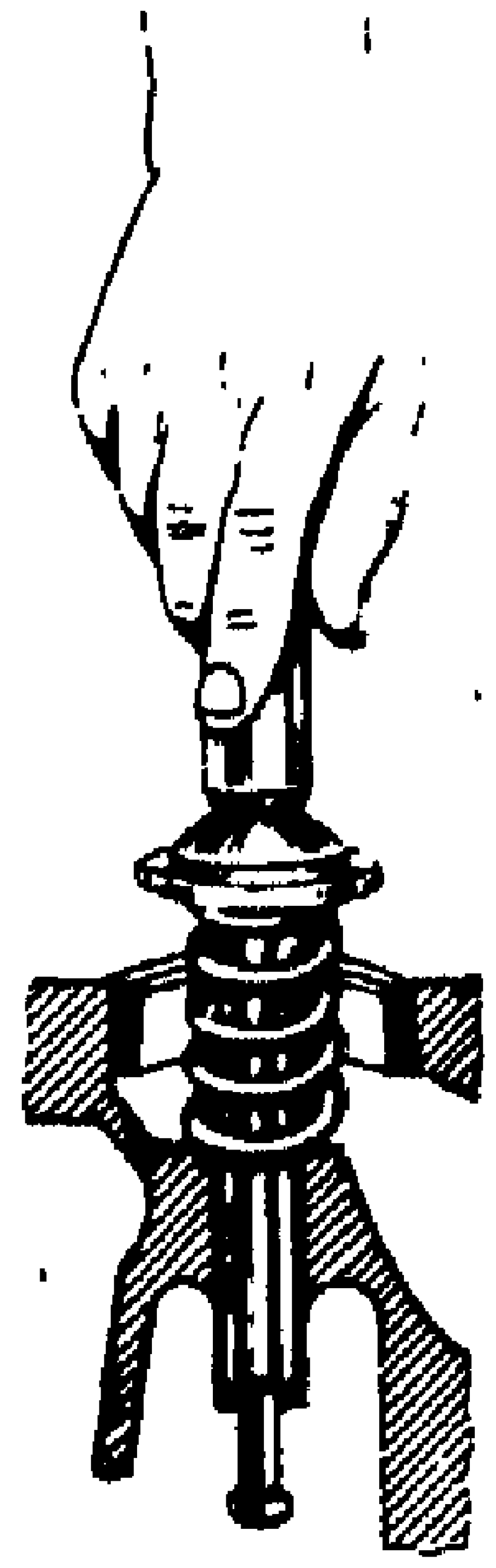
٥ – مقاعد الصمامات التالفة لا يمكنها كفالة منع التسرب بإحكام ، لذلك يجب إعادة تشغيلها (إصلاحها) .



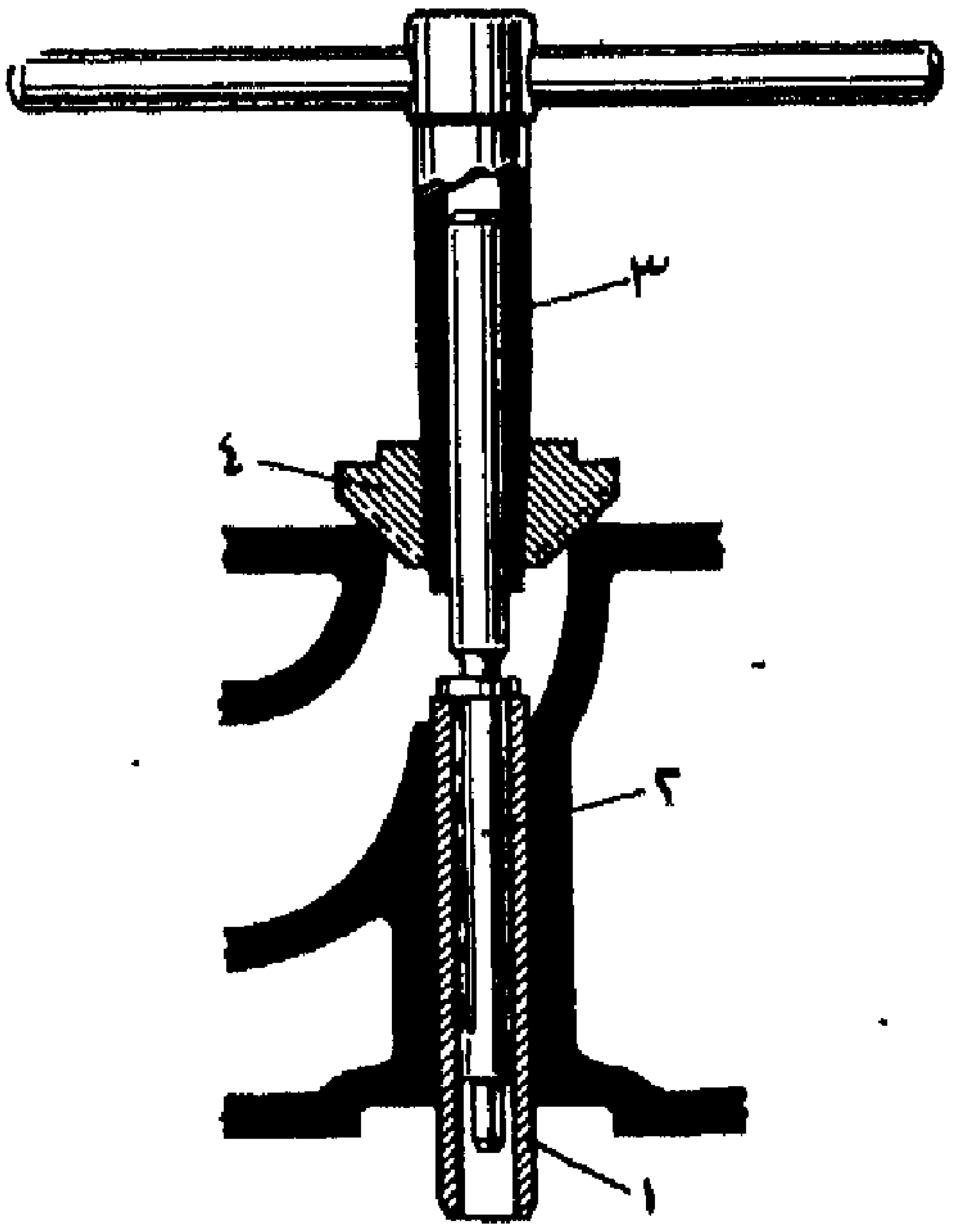
شكل (٩٠) : ترتيبة اعتاق ياى الصمام .



شكل (٩١) : تجليخ الصمام بالتحضين فى مقعده .



شكل(٩٢) : تجليخ الصمام بالتحضين فى مقعده بوساطة أصبع بنهاية مص (شفط) مطاطية .

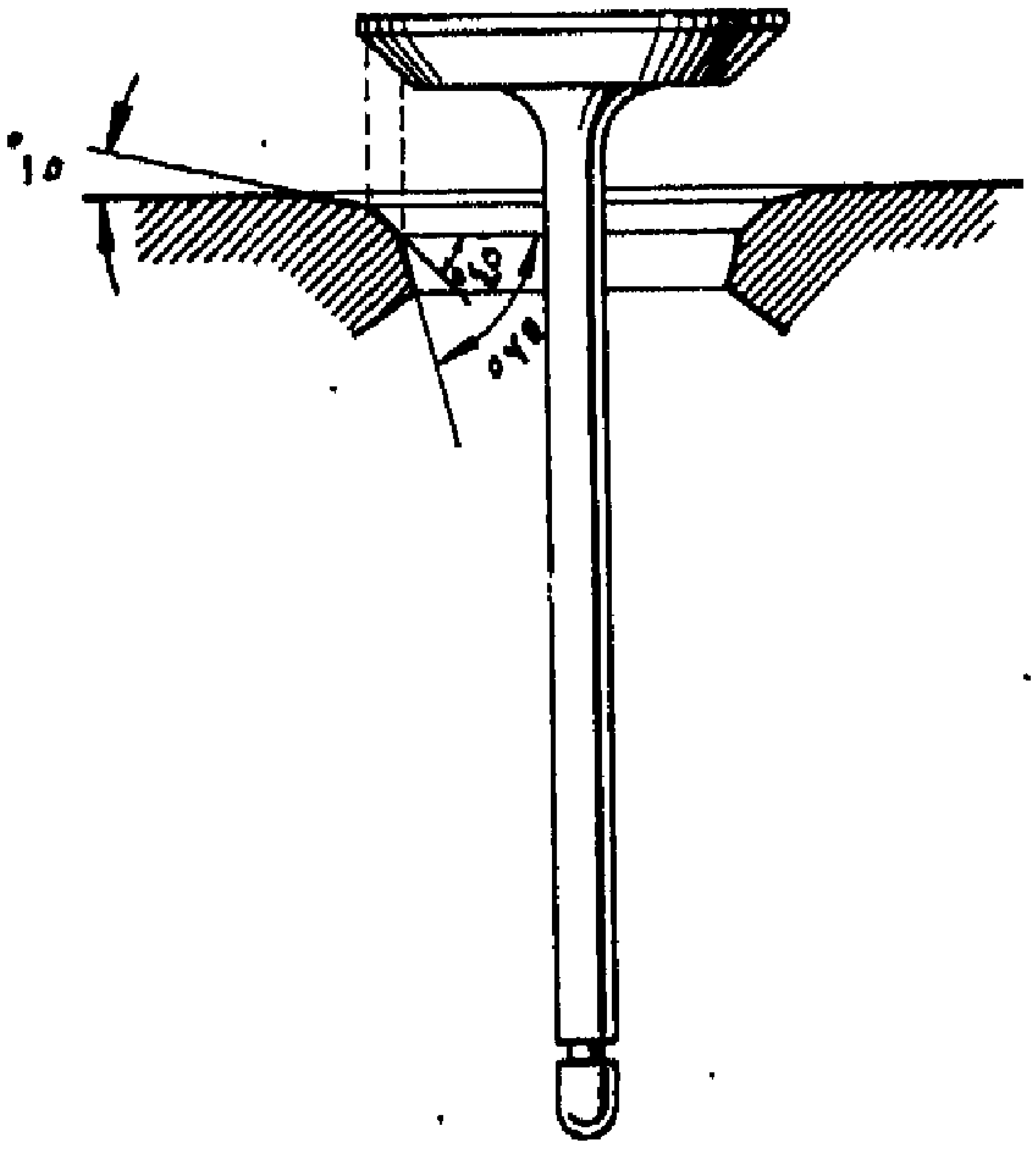


شكل (٩٣) : سكينة تفريز مقعد الصمام ومعها شالة التوجيه .

١ — جلبة دليل الصمام . ٢ — شالة التوجيه .

٣ — ماسك سكينة التفريز وبه السكينة موصلة بشالة التوجيه .

٤ — سكينة التفريز .



شكل (٩٤) : وضع مساحة مقعد الصمام بعد تصحيحه بوساطة سكينة لقطع قواطعها مائلة بزاوية ١٥° وأخرى مائلة بزاوية ٧٥° .

دليل الصمام :

يجب أولا مراجعة دلائل الصمامات . فإذا كانت جلبهـا متآكلة يجب استبدال جلب جديدة بهـا . ويحظر إخراج الدلائل بوساطة مطرقة أو شاقة ، وإنما يجب استخدام العدد الخاصة لدفع هذه الدلائل (الجلب) من مقاعدها . وتقل الأقطار الداخلية للجلب الجديدة بعد تركيبهـا ، لذلك يجب إعادة تشغيلها (تشطيبهـا) بعناية بوساطة موسعات الثقوب (البراغل) .

تجليخ الصمامات بالتحضين فى مقاعدها (عملية الرودية) :

إذا لم تظهر بمساحة جلوس الصمامات فى مقاعدها غير تلفيات بسيطة ، فى هذه الحالة لا يتطلب الأمر سوى إعادة تجليخ الصمامات لكفالة إحكام منع التسرب عن طريقها .

ولإجراء هذه العملية يوضع أولا ياى تحت قرص الصمام لرفعه قليلا عن مقعده (شكل ٩١) . ثم يوضع على وجه الصمام معجون التجليخ ، ويضغط الصمام إلى أسفل قليلا ويحرك ليحتك بمقعده بوساطة مفك ذى حد عريض مناسب يوضع فى مثقبية (مشقبية) قرص الصمام . ويجرى الحك (التجليخ) بتدوير الصمام لمسافات قصيرة بالتناوب إلى اليمين ثم إلى اليسار . وللحصول على سطح منتظم التجليخ يجب الاستمرار فى تدوير الصمام لمسافات أكبر .

وإذا لم يكن الصمام مزوداً بمثقبية (مشقبية) فيمكن استخدام أصبع بنهاية مص (شفط) مطاطية (شكل ٩٢) . وبعد فترة زمنية قصيرة يجب إزالة معجون التجليخ بمسحه كلية ، ثم يراجع وجه الصمام . ولا يمكن اعتبار هذه العملية منتهية حتى يظهر الوجه بلون رمادى داكن منتظم . وفى النهـاية ينبغى إزالة بقية معجون التجليخ بعناية .

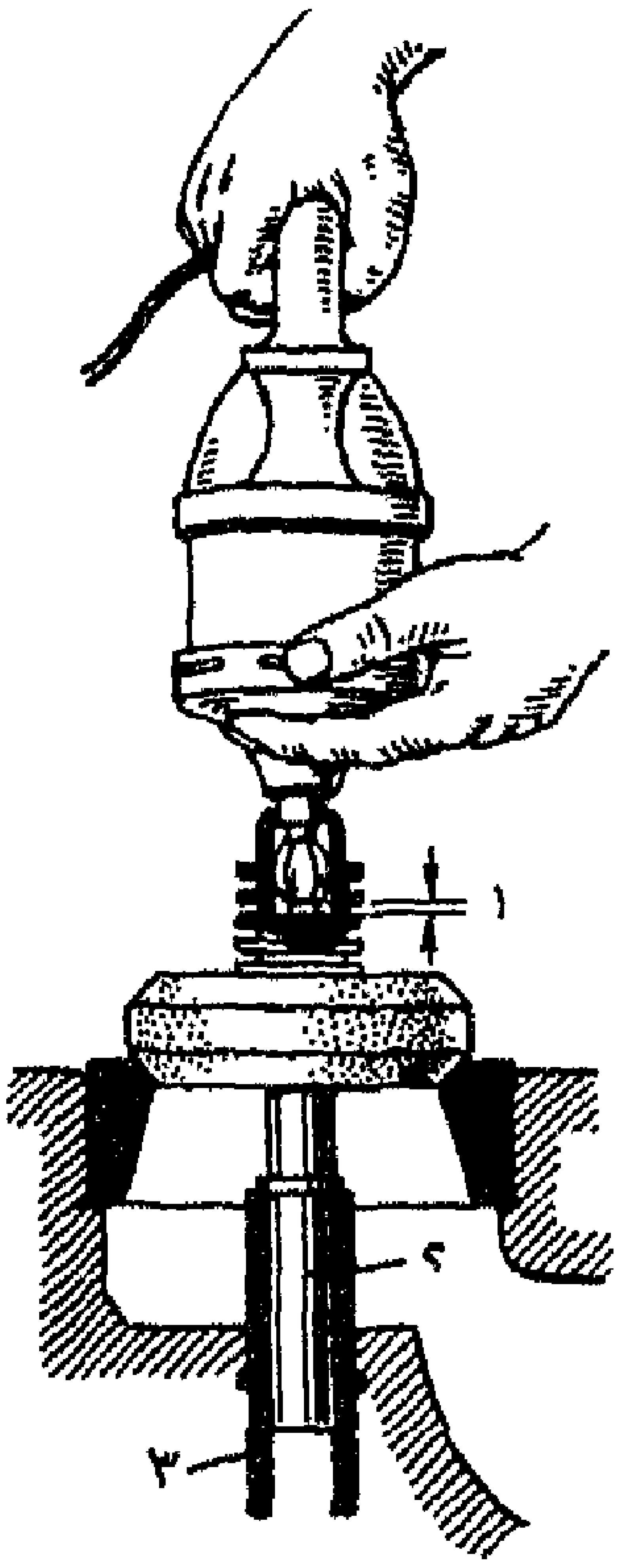
وتزود ورش الإصلاح بمكنات حديثة لتجليخ الصمامات بالتحضين فى مقاعدها ، يمكنهـا إجراء هذه العملية فى وقت قصير .

إعادة تشغيل مقاعد الصمامات :

ينبغى إعادة تشغيل مساحة جلوس الصمام فى مقعده بالأسطوانة عندما تظهر بهذه المساحة علامات تآكل شديد ، أى عندما تكون متآكلة أو متفحمة فى أحد جوانبهـا ، أو عندما تصبح شديدة الاتساع نتيجة تعدد عمليات تجليخ أوجه الصمامات . ويجب إجراء هذه العملية كلما أمكن ذلك عن طريق أحد المتخصصين فى ورشة مزودة بالعدد الضرورية .

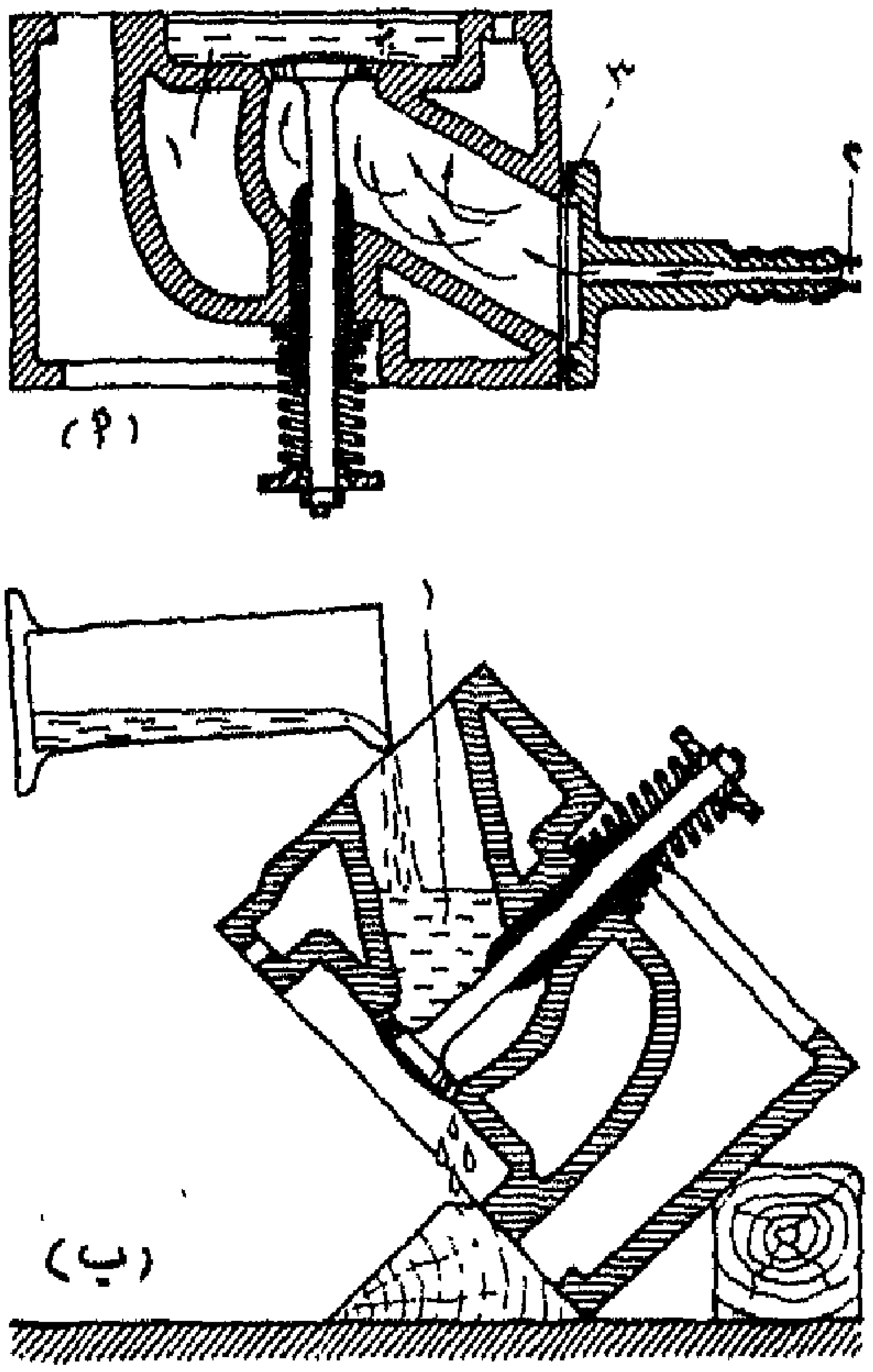
ونظراً لوجوب تركيب مقعد الصمام فى الوضع الصحيح بالنسبة لدليل الصمام ، لذلك يجب استخدام شاقة توجيه ، كما هو موضح فى الشكل (٩٣) . ويدخل الطرف السفلى من هذه الشاقة فى جلبة دليل الصمام ، فى حين يدخل ماسك سكينة التفريز — ذات القواطع المائلة بزاوية ٣٠° أو ٤٥° — فى الطرف العلوى من الشاقة .

ويعاد تفريز سطح مقعد الصمام بواسطة سكينة التفريز الدوارة ، مع تسليط ضغط خفيف



شكل (٩٥) : تجليخ مساحة جلوس الصمام فى مقعده بوساطة حجر تجليخ يعمل بموتور . ويجب المحافظة على الموتور فى حالةطفو على ألا يتلامس مع حجر التجليخ حتى لا يتزحزح .

١ — الخلوص المطلوب .
٢ — ساق التوجيه .
٣ — جلبة التوجيه (الدليل) .



شكل (٩٦) : طريقتان بسيطتان لاختبار الصمامات من حيث الإحكام ضد تسرب الغازات .

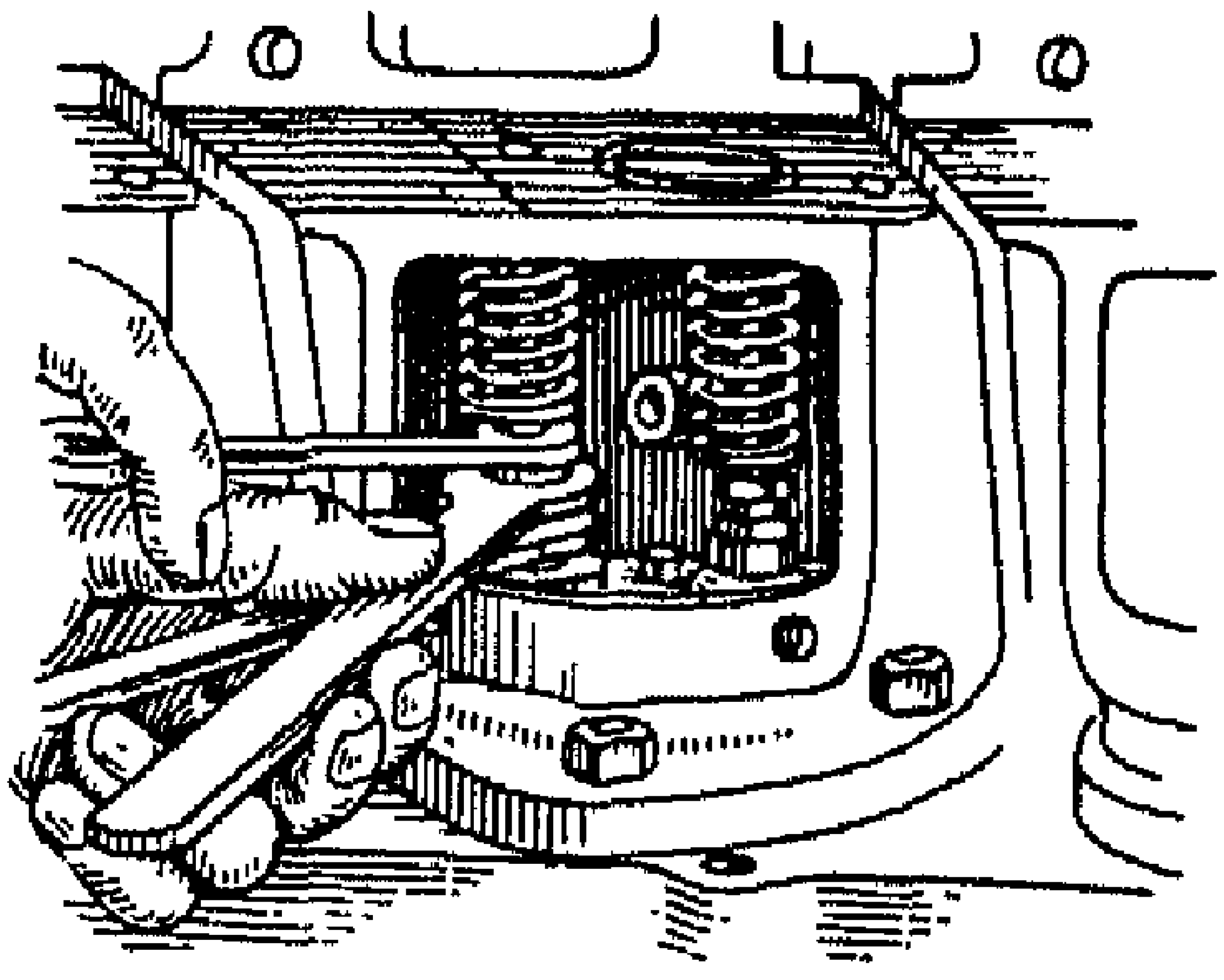
(أ) الاختبار بالهواء المضغوط . إذا ظهرت فقاعات هوائية دل ذلك على عدم إحكام الصمام .
(ب) الاختبار بالوقود . إذا انبثق الوقود من مقعد الصمام دل ذلك على عدم إحكامه .

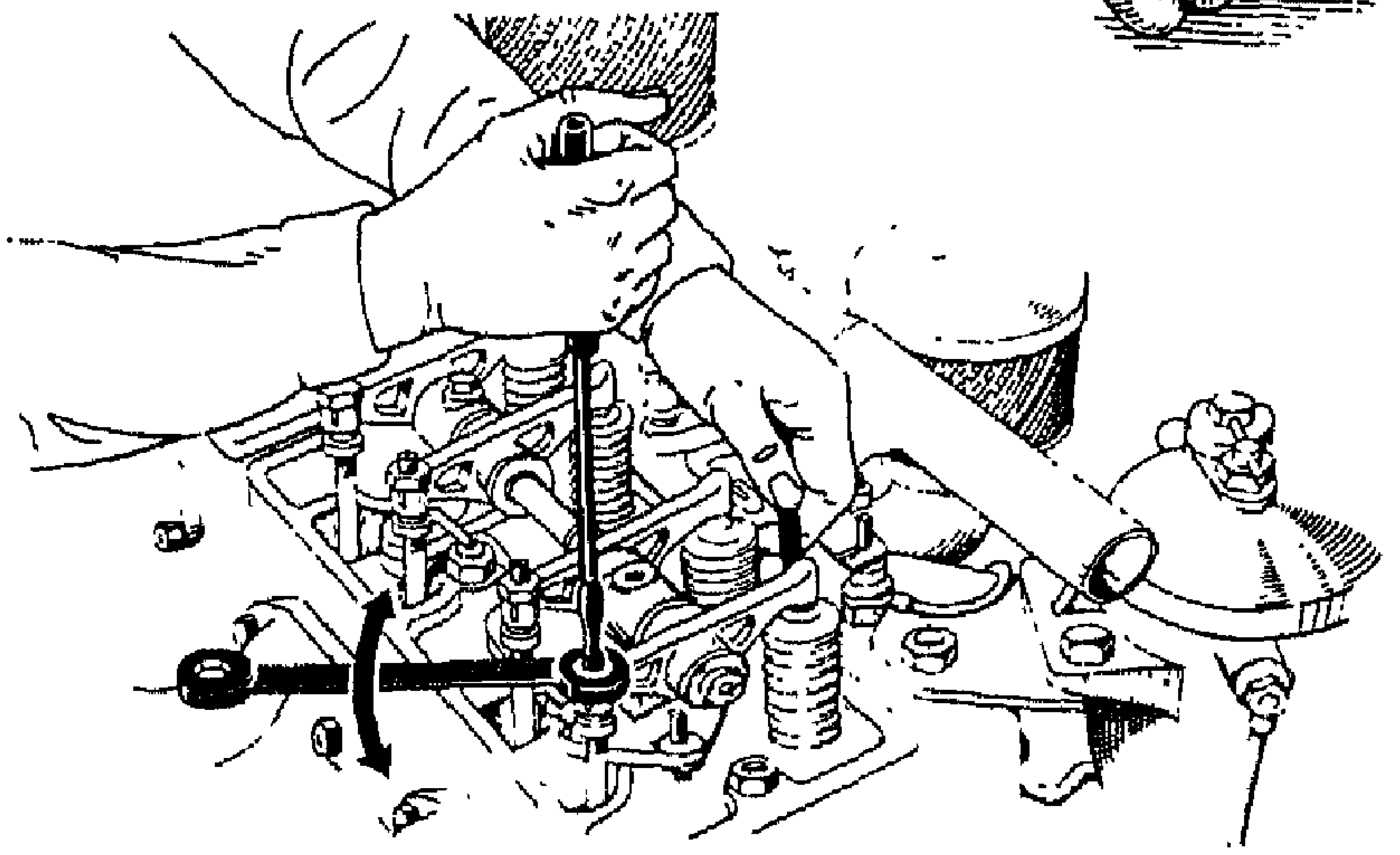
١ — الوقود
٢ — الهواء المضغوط
٣ — مانع تسرب مطاطى

عليهما ، حتى تختفى المساحات أو البقع التالفة . ويجب التأكد من خلو أسطح مقاعد الصمامات من أية خدوش . ولا ينضبط الوضع الصحيح لمقعد الصمام إلا إذا كانت المساحة المؤثرة على إحكام منع تسرب الغازات فى منتصف مخروط الصمام . ويمكن تصحيح عرض (إتساع) المقعد بوساطة سكينة قطع قواطعها مائلة بزاوية ١٥° وأخرى مائلة بزاوية ٧٥° (شكل ٩٤) .

ولكفالة الإغلاق التام لغرفة الاحتراق المحكم ضد تسرب الغاز ، يجب إجراء عملية تجليخ نهائى لمقاعد الصمامات المعاد تفريزها . ويمكن إجراء ذلك بالطريقة السابق شرحها ، أو عن طريق معدات مكنية خاصة . ويوضح الشكل (٩٥) كيفية تجليخ صمام بوساطة معدة مكنية توقف بعد كل خمس ثوان من التجليخ لمراجعة حالة السطح المجلخ .

(أ)





(ب)

شكل (٩٧) : ضبط خلوص الذراع المترجحة .

(أ) صمام جانبي (ب) صمام علوى

ويجب تبليل ساق الصمام الداخلة فى جلبة دليله بالزيت والكيروسين من حين لآخر بغرض منع الساق من الالتصاق (القفش) .

٦ – يمكن اختبار الصمام ، من حيث إحكام مقعده ضد تسرب الغاز ، بعدة طرق . ويوضح الشكل (٩٦) طريقة اختبار بسيطة يستخدم فيها الوقود أو الهواء المضغوط .

وقد تزود الورش كذلك بمعدات خاصة مثل نواقيس الضغط .

٧ – عند ضبط خلوص الذراع المترجحة يجب الالتزام بالمعطيات والقيم التى يحددها المصنع المنتج بكل دقة . وتوضح هذه القيم فى كتيب تعليمات وإرشادات التشغيل الذى يسلم مع كل جرار . ويضبط خلوص الذراع الترجحية عندما يكون المحرك فى الحالة الباردة أو الساخنة ، حسب المواصفات المدونة بالكتيب ، والتى يجب اتباعها كذلك بكل دقة .

ويعرف خلوص الذراع المترجحة بأنه المسافة بين ساق الصمام وبين هذه الذراع . وإذا أثرت الأصبع الغمازة على ساق الصمام مباشرة ، فإن هذا الخلوص يسمى خلوص الاصبع الغمازة . ويتراوح

الخلوص بين ١ر٠ مم ، ٦ر٠ مم لصمام السحب ، وبين ١٥ر٠ مم ، ٦ر٠ مم لصمام العادم ، وذلك حسب تصميم المحرك . ويضبط الخلوص بوساطة محدد قياس تخانات (فلر) كما هو موضح فى (شكل ٩٧) .

ويكون ضبط الخلوص صحيحاً إذا أمكن تحريك محدد القياس فى الثغرة مع الإحساس بمقاومة خفيفة .

وعند ضبط خلوص الذراع المترجحة ، أو خلوص الأصبع الغمازة ، يجب التأكد من أن الكباس الموجود فى الأسطوانة التى بها الصمامان المطلوب ضبطهما فى الوضع الذى يكون فيه الصمامان مغلقين . ويعرف هذا الوضع باسم نقطة الإشعال الميتة . ويمكن تحديد هذه النقطة بملاحظة الصمامين فى أثناء انفتاحهما وانغلاقهما .

وتعلم نقطة الإشعال الميتة للأسطوانة الأولى على الحدافة عادة (شكل ٩٨) ويمكن رؤيتها من خلال فتحة تفتيش فى علبة المرفق .

ولضبط خلوص الذراع المترجحة ، أو خلوص الأصبع الغمازة ، تجرى العمليات التالية :

(ا) يدار المحرك يدوياً حتى ينفتح كلية الصمام المطلوب ضبطه (تستخدم يد بدء الحركة — المانوفيلا — إذا لزم الأمر) .

(ب) يدار العمود المرفق بعد ذلك دورة كاملة حتى ينغلق الصمام ويستقر الوجه الفعال من الأصبع الغمازة على قطن الكامة .

(ج) يفك مسمار الضبط المقلوظ عند الذراع المترجحة أو الأصبع الغمازة باستخدام مفك ، ويفك رباط صامولة التثبيت (الزنق) .

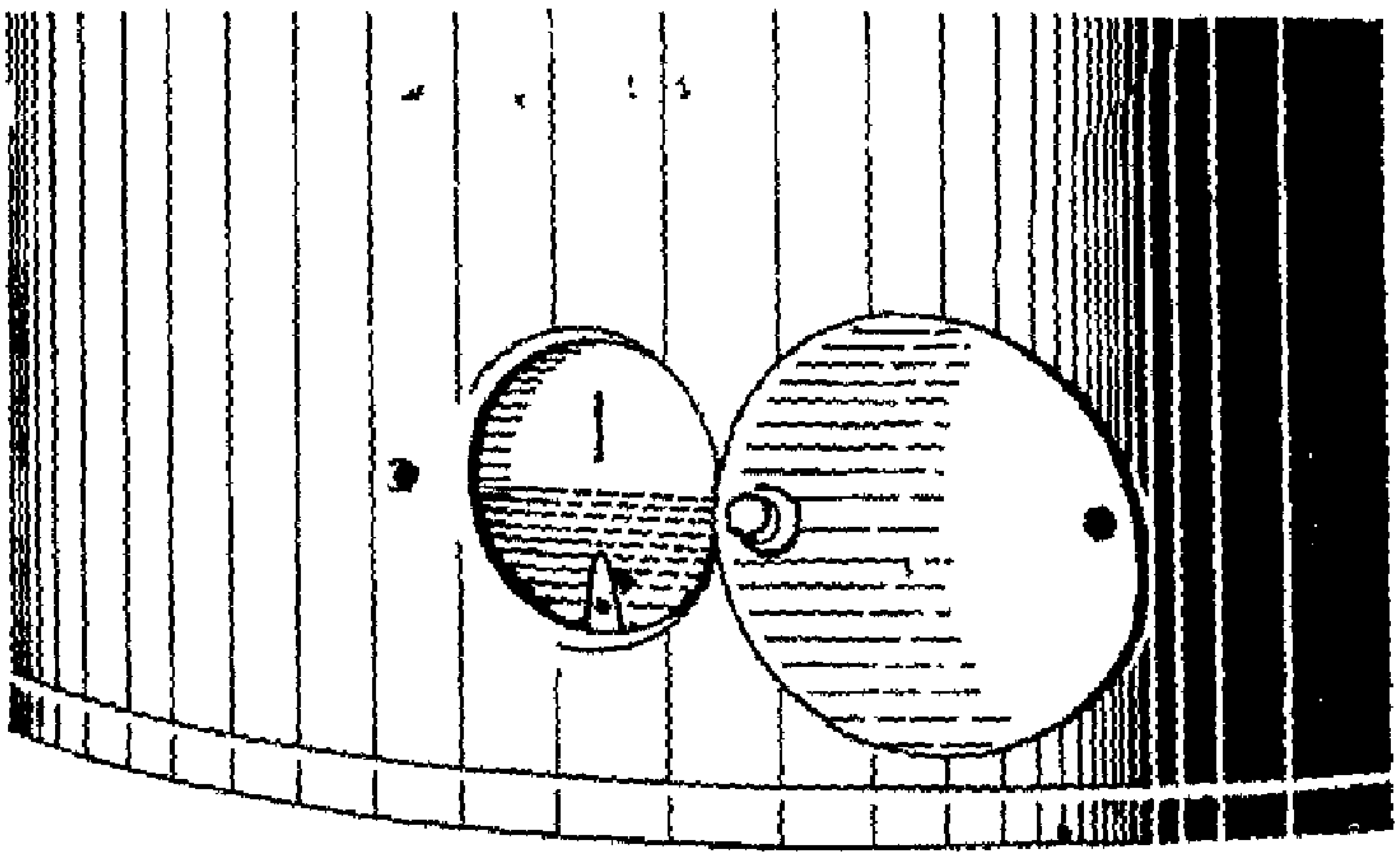
(د) بعد ذلك يضبط المسمار المقلوظ بحيث يدخل محدد قياس التخانة المعين بشكل مناسب بين الذراع المترجحة وساق الصمام ، أو بين الأصبع الغمازة والساق .

(هـ) تربط صامولة التثبيت (الزنق) . وفى أثناء أداء ذلك يجب التأكد من عدم تغيير مسمار الضبط لموضعه .

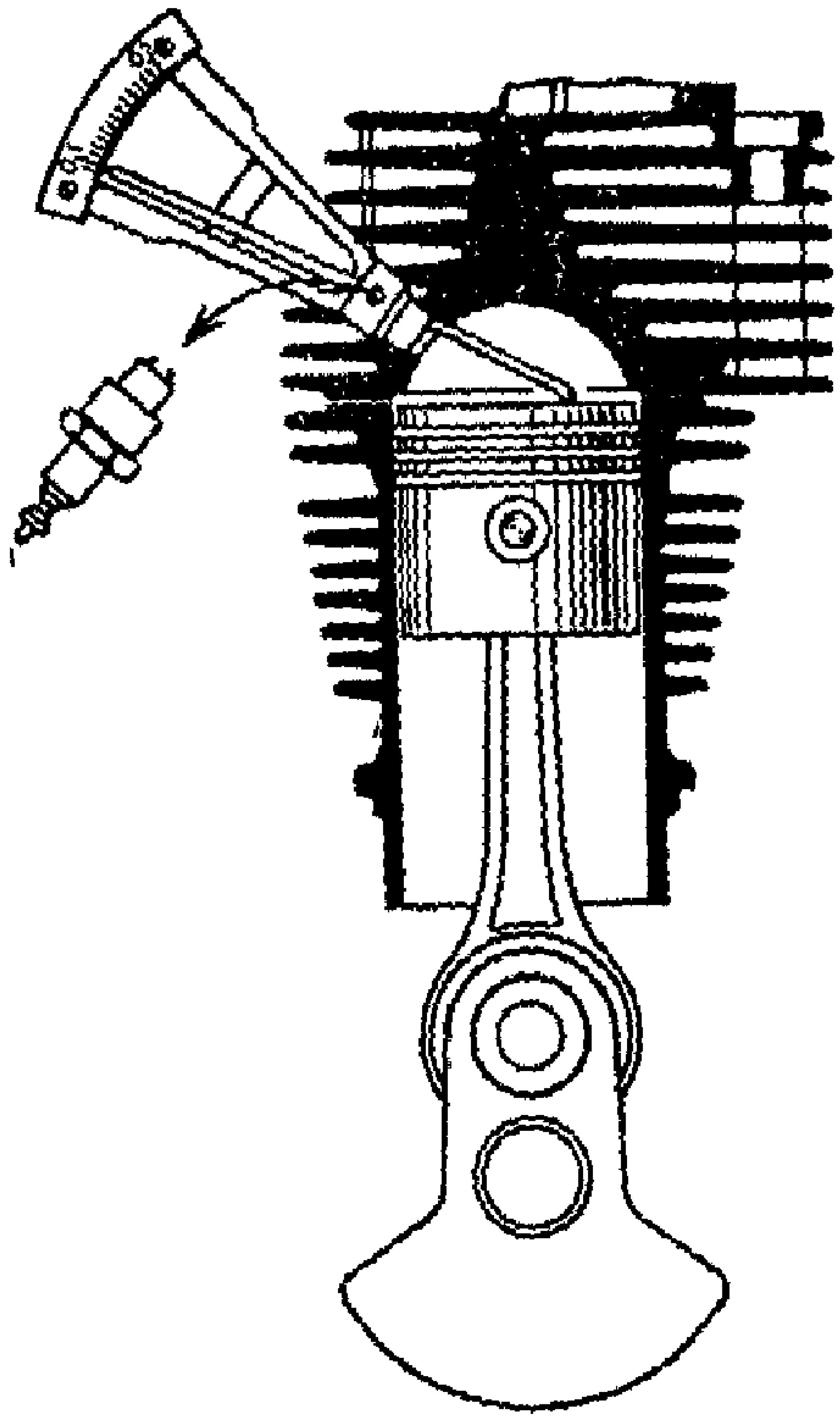
(و) وأخيراً ، يراجع خلوص الذراع المترجحة أو الأصبع الغمازة مرة أخرى بوساطة محدد قياس التخانة المعين .

٨ — قبل ضبط خلوص الذراع المترجحة أو الأصبع الغمازة يجب مراجعة ساق الصمام والأصبع الغمازة أو الذراع المترجحة للتأكد من عدم تآكلها ، وإلا تعذر ضبط الخلوص بدقة .

٩ — يعتبر ضبط توقيت حركة الصمامات وضبط مجموعة تحريك الصمامات من العمليات المعقدة التى تتطلب عناية وخبرة كبيرتين . ويجب أن يحتفظ عمود الكامات والعمود المرفق بالوضع النسبى المحدد بينهما ، وإلا تعذر تشغيل مجموعة تحريك الصمامات بالشكل الصحيح . ولهذا السبب تزود التروس الخاصة بتوقيت حركة الصمامات — والموجودة بمجموعة تحريك الصمامات — بعلامات



شكل (٩٨) : علامة توضح النقطة الميتة العليا على الحدافة .



شكل (٩٩) : ضبط النقطة الميتة العليا بوساطة جهاز قياس النقطة الميتة . تفك شمعة الشرر (البوجيه) ويولج جهاز القياس . ويستدل على النقطة الميتة العليا بانحراف المؤشر .

يجب مراعاتها . وينبغى علاوة على ذلك وضع الكباس فى النقطة الميتة العليا له بالاستعانة بالعلامة الموجودة على الحدافة .

ومن الصعب بصفة خاصة ضبط توقيت حركة الصمامات بعد تركيب أجزاء جديدة فى مجموعة إدارة عمود الكامات ، أو عند افتقاد العلامات الموجودة على تروس توقيت الحركة أو الحدافة . وفى هذه الحالة يتحتم تعيين النقطة الميتة العليا أولا . وهذا يتطلب إجراء ما يلى :

تفك شمعة الشرر أو فوهة الحقن ، ويستخدم محدد قياس بقرص مدرج بحيث يلمس طرف محبسه رأس الكباس . وعند تدوير المحرك يدوياً يبين محدد القياس الوضع العلوى للكباس ، وبالتالى النقطة الميتة العليا . وعندئذ يمكن تعليم الحدافة (شكل ٩٩) .

وإذا لم يسمح تصميم المحرك باستخدام هذه الطريقة ، فعندئذ يجب فك رأس الأسطوانات ثم تحديد النقطة الميتة العليا بوساطة محدد قياس بقرص مدرج (انظر شكل ١٠٠) .

وفى المحركات التى يركب فيها العمود المرفقى بحيث لا ينصف محور تماثل تجويف الأسطوانة المرافق ، فإن النقطة الميتة السفلى لا تكون فى مواجهة النقطة الميتة العليا مباشرة ، ويتحتم فى هذه الحالة تعيينها بوساطة محدد قياس بقرص مدرج .

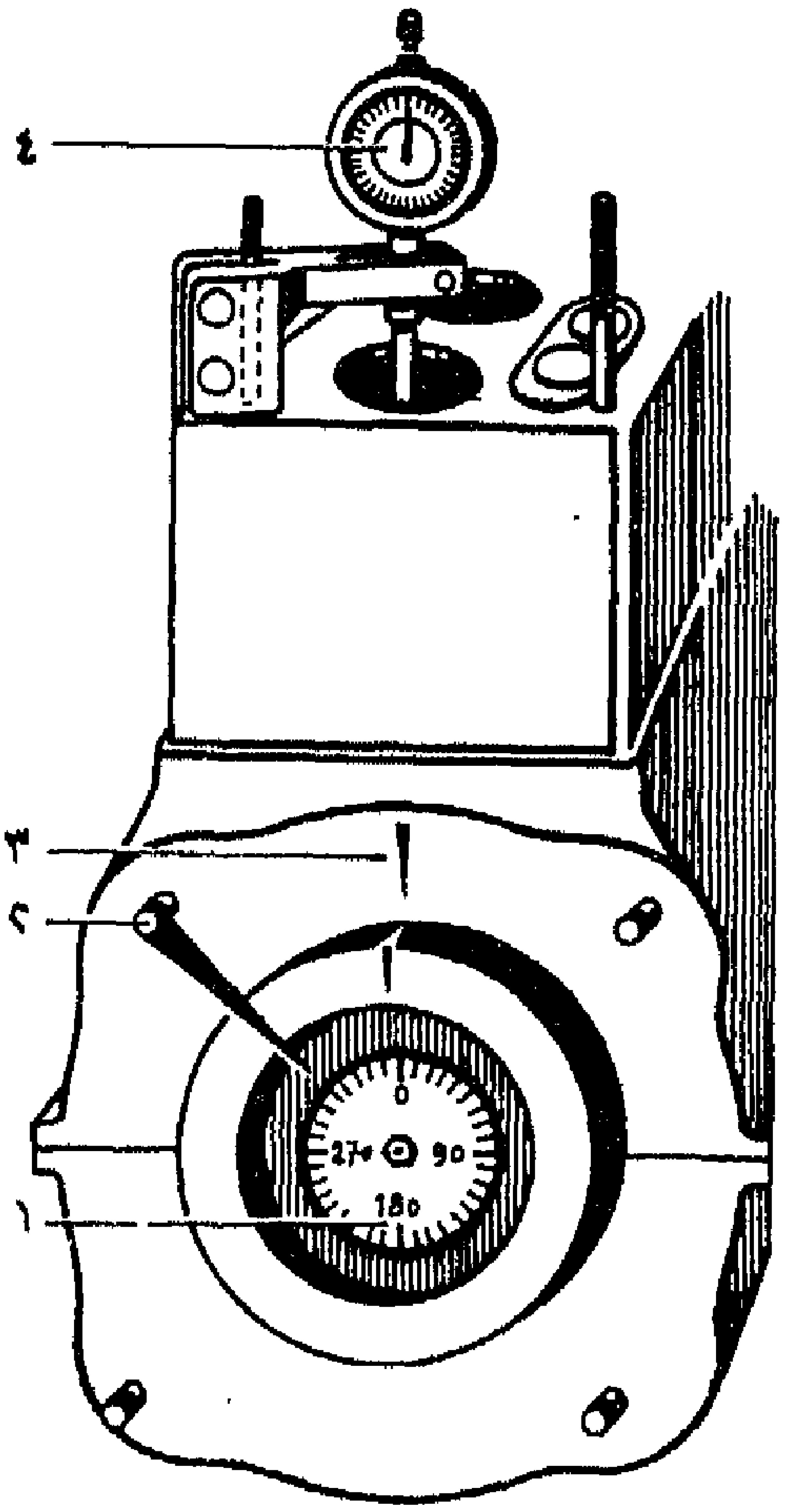
وتختلف توقيتات فتح الصمامات وغلقها وفقاً لنوع المحرك . وتحدد هذه التوقيتات فى كتيب تعليمات التشغيل المسلم من الجهة المنتجة . وهى تحدد بالدرجات أو المليمترات ، وتقرأ – على سبيل المثال – كما يلى :

توقيت فتح صمام السحب	:	٣° قبل النقطة الميتة العليا
توقيت غلق صمام السحب	:	٤٠° بعد النقطة الميتة السفلى
توقيت فتح صمام العادم	:	١٢° بعد النقطة الميتة العليا
توقيت غلق صمام العادم	:	٤٥° قبل النقطة الميتة السفلى

ولتحديد توقيتات فتح الصمامات وغلقها يركب بالحدافة قرص مقسم (عبارة عن دائرة مقسمة إلى ٣٦٠ قسما متساوياً) بحيث تنطبق علامة الصفر على العلامة الدالة على النقطة الميتة العليا . ثم يدار العمود المرفقى يدوياً حتى ينطبق الخط الدال على ١٣° فى القرص على علامة النقطة الميتة العليا . وبهذه الكيفية يتحدد الوضع الذى يجب أن يكون فيه العمود المرفقى عندما ينفتح صمام السحب (شكل ١٠٠) .

وبعد ذلك يدار العمود المرفقى باليد قليلا بالقدر الذى يسمح لصمام السحب بالبدء فى الصعود . ثم يركب ترس توقيت حركة عمود الكامات فى مجموعة إدارة عمود الكامات للربط بين العمود المرفقى وبين عمود الكامات . ويضبط توقيت غلق الصمامات بالكيفية نفسها ويوصى بوضع علامات على تروس توقيت الحركة .

شكل (١٠٠) : جهاز تحديد وضبط توقيتات فتح الصمامات وغلقها .
١ – قرص مدرج
٢ – مؤشر
٣ – علامة النقطة الميتة العليا
٤ – محدد قياس بقرص مدرج لتحديد النقطة الميتة العليا .



وفى بعض الأحيان تحدد توقيتات فتح الصمامات وغلقها بالمليمترات بدلا من الدرجات . فيقال مثلا إن صمام السحب يفتح قبل النقطة الميتة العليا بمقدار ٦٠ م . ويمكن تحديد المسافة ٦٠ م بوساطة محدد قياس بقرص مدرج مع تدوير العمود المرفقى فى الاتجاه العكسى . ومن السهل ، على أية حال ، تحويل المليمترات إلى درجات باستخدام الصيغة البسيطة التالية :

مثال :

بفرض أن صمام السحب يفتح قبل النقطة الميتة السفلى بمسافة ٦٠ م ، وقطر الحدافة ٥٤٠ م .
يحدد أولا طول محيط الحدافة من الصيغة :

طول المحيط = ط ق حيث ط = النسبة المحيطية ،
ق = قطر الحدافة

∴ طول المحيط = ٣,١٤ × ٥٤٠ = ١٦٩٦ م

ثم تستخدم الصيغة التالية :

$$\text{القيمة المطلوبة بالدرجات} = \frac{٣٦٠° \times ٦٠ م}{١٦٩٦} = ١٣°$$

وإذا كانت القيمة . طاة بالدرجات وأريد تحويلها إلى مليمترات ، فيتم التحويل على النحو التـــالى :

$$٣٦٠° = ٥٤٠ م \times ٣,١٤$$

$$\therefore ١° = \frac{٥٤٠ م \times ٣,١٤}{٣٦٠°}$$

$$\therefore ١٣° = \frac{١٣° \times ٥٤٠ م \times ٣,١٤}{٣٦٠°} = ٦٠ م$$

٥ – دورة الوقود :

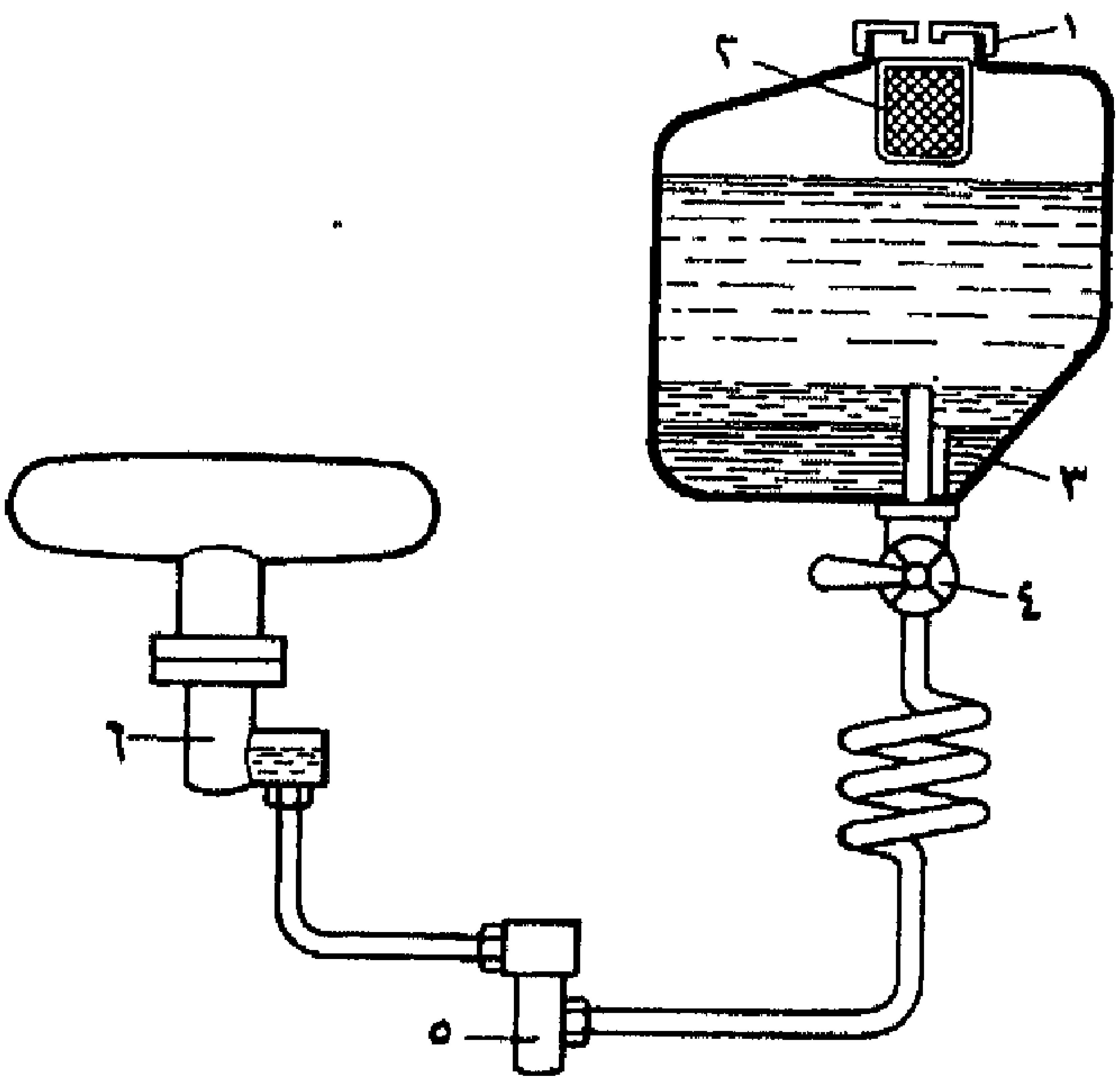
تحتوى دورة الوقود على الوقود اللازم للتشغيل . وهى تعمل على إمداد المغذى (الكاربوراتير) أو مضخة الحقن بالوقود عن طريق مرشح .

وتتكون دورة الوقود عادة من الأجزاء التالية

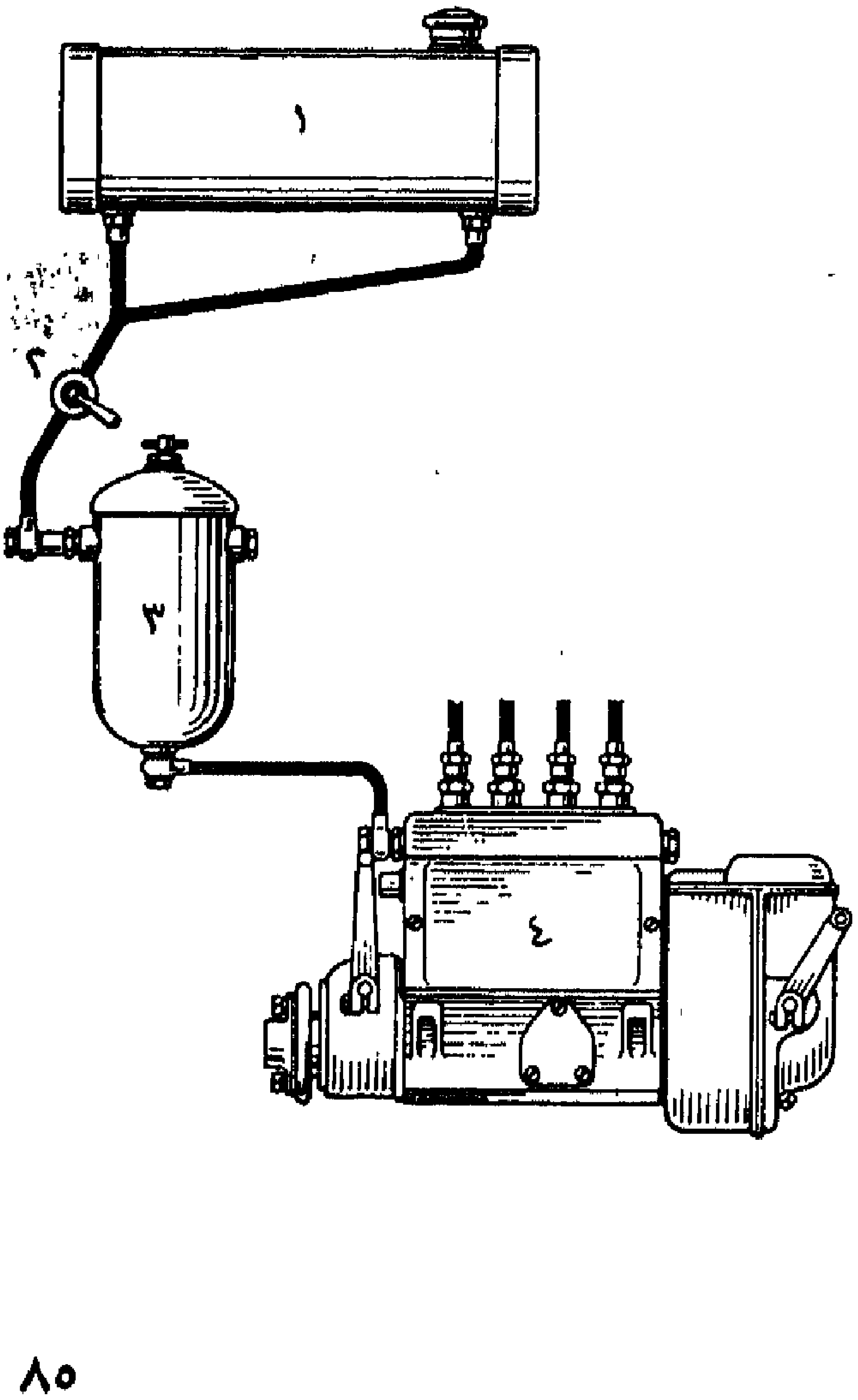
- خزان (تنك) الوقود
- خطوط (مواسير) الوقود
- محبس تحويل مسار الوقود
- مضخة الوقود (إذا لم يكن الجرار مزوداً بخزان يعمل بالتثاقل)

(أ) خزان الوقود ، وخطوط الوقود :

يحتوى خزان الوقود على الوقود اللازم للتشغيل لوقت محدد ، أو لقطع مسافة محددة . ويمكن وضع الخزان فى الجرار بحيث يتم إمداد المغذى ، أو مضخة الحقن ، بالوقود عن طريق التثاقل (شكل ١٠٢) . أما إذا وضع خزان الوقود تحت مستوى المغذى أو مضخة الحقن فيلزم فى هذه الحالة إمداد المغذى ، أو مضخة الحقن ، بالوقود من الخزان عن طريق مضخة تحضيرية . وحديثاً تزود خزانات الوقود بالجرارات بخطين للإمداد بالوقود لكفالة إمداد المحرك بالوقود بشكل كاف ومناسب عند صعود المرتفعات (شكل ١٠١) .



شكل (١٠١) : التغذية بالوقود بالتثاقل (محرك بنزين)
١ – ماسورة (فتحة) الملء
٢ – مصفاة ترشيح الوقود
٣ – مستوى احتياطى الوقود
٤ – محبس (جزرة) إيقاف سريان الوقود .
٥ – مرشح الوقـــود
٦ – المغذى (الكاربوراتير)



شكل (١٠٢) : التغذية بالوقود بالتثاقل (محرك ديزل)
١ – خزان الوقود
٢ – محبس إيقاف سريان الوقود
٣ – المرشح الرئيسى
٤ – مضخة الحقن

ويزود خزان الوقود بفتحة للملء . ويحتوى غطاء هذه الفتحة على وسيلة تنفيس الضغط، على شكل تجويف صغير عادة . ويجب موازنة الفرق بين ضغط الهواء داخل خزان الوقود وخارجه ؛ وخصوصا إذا كانت درجات حرارة الجو المحيط مرتفعة . وبالإضافة إلى ذلك فإن الوقود لا يمكن تصريفه من الخزان المغلق المحكم ضد تسرب الهواء . وتشتمل ماسورة (فتحة) الملء عادة على مصفاة للوقود تعمل على جمع الجسيمات الغريبة التى قد تكون فى الوقود عند الملء . وعلاوة على ذلك فإنها تقلل من احتمالات حدوث الانفجارات التى يزداد توقع حدوثها عندما يكون الخزان فارغا تقريبا . وعند الملء بالوقود من وعاء (جيركان) أو برميل يجب التأكد من وجود مصفاة الوقود فى ماسورة (فتحة) الملء نظرا لأن الوقود فى مثل هذه الأوعية يكون عرضة للاتساخ والتلوث .

وتوجد بأسفل موضع فى خزان الوقود سدادة لتصريف الوقود من الخزان . ولمنع حدوث أى فقد فى الوقود يجب أن تكون هذه السدادة دائما محكمة التركيب .

ويوصى بتنظيف خزان الوقود كلية بعد كل ١٥٠ – ٢٠٠ ساعة من ساعات التشغيل تقريبا . ولهذا الغرض يفرغ الخزان من الوقود، ثم يفك ويغسل غسلا جيدا بالكحول أو البنزين المخصص لعمليات التنظيف . وتصنع خطوط الامداد بالوقود عادة من المواسير النحاسية أو الخراطيم المطاطية المقاومة للتآكل بفعل الوقود . وينبغى بذل عناية خاصة عند تركيب خطوط الامداد بالوقود ، فيجب ألا تتحرك أو تتأثر بحركة مكونات المحرك ، كما يجب حمايتها من الصدمات التى تحدث فى أثناء التشغيل . وفى حالات خاصة يجب استخدام وسائد مطاطية لهذا الغرض . وينبغى كذلك عدم تركيب خطوط التغذية بالوقود بالقرب من ماسورة العادم حتى لا تتكون فقاعات غازية (بخارية) فى هذه الخطوط ، نتيجة لارتفاع درجة الحرارة ، فينشأ عنها ما يعرف باسم انحباس أبخرة الوقود .

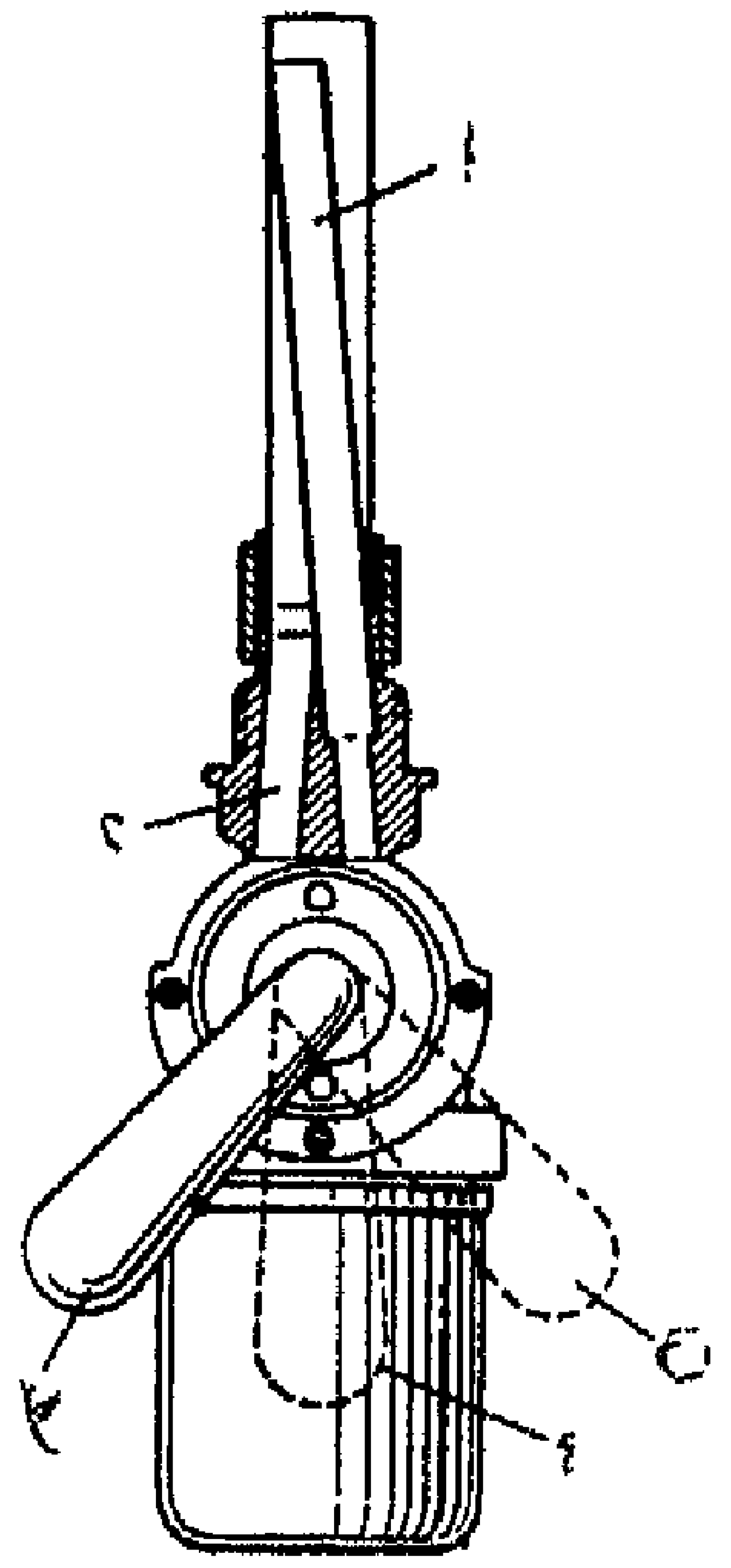
ويوضح الشكل ١٠٣ محبس (جزرة) تحويل مسرى الوقود ، ويمكن تحديد وضعه فى أحد الأوضاع الثلاثة التالية :

الوضع ٥ = وضع حبس الوقود (أى منع سريانه) .
الوضع ٤ = وضع السماح بسريان الوقود .
الوضع ٣ = وضع السماح بسريان الوقود من الخزان الاحتياطى .

واستهلاك الوقود اللازم لتشغيل المعدات أو تأدية العمليات الزراعية الشاقة لا يمكن تقديره غالبا بدرجة كافية من الدقة . لذلك تزود جميع الجرارات بخزان وقود احتياطى يكفى الوقود الموجود به للوصول إلى أقرب محطة تزود بالوقود .

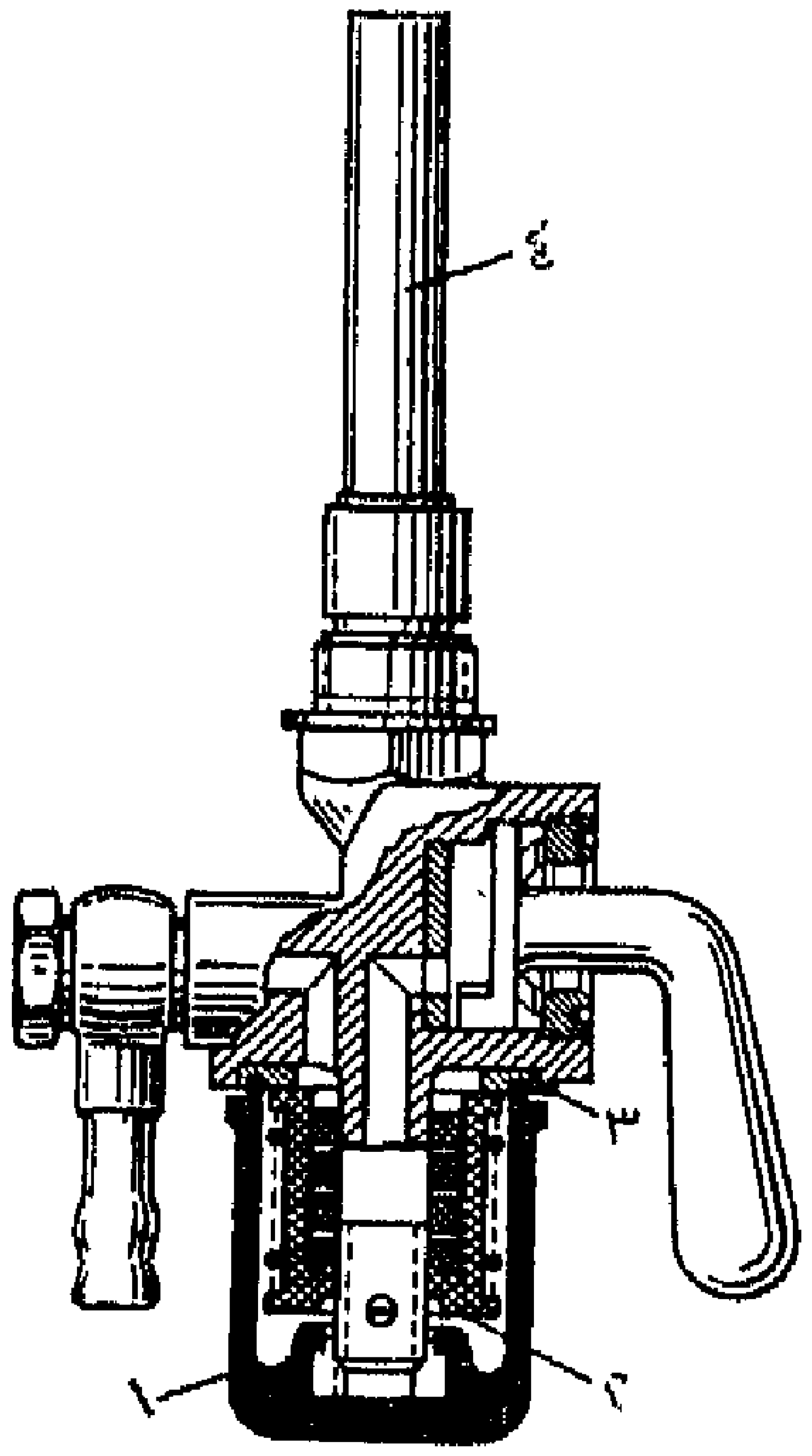
ويوضح الشكل ١٠٤ مرشح وقود مزود بفاصل الماء ومركب فى محبس (جزرة) منع

الوقود . ويجب تنظيف مثل هذا المحبس كلية بعد كل ١٠٠ ساعة من ساعات التشغيل ، مع تنظيف مصفاة المرشح بعناية بالبنزين – المخصص لأغراض التنظيف – وفرشاة ملساء .



شكل (١٠٣) : محبس تحويل مسرى الوقود وبه وضع للوقود الاحتياطى .

١– ماسورة تصريف الوقود الاحتياطى
٢– ماسورة التصريف المعتادة
٣– وضع تشغيل خزان الوقود الإحتياطى
٤– الوضع المعتاد
٥– وضع منع سريان الوقود



شكل (١٠٤) : محبس منع الوقود

١– قدح المرشح
٢– مصفاة المرشح
٣– مانع تسرب (جوان)
٤– ماسورة تصريف واردة من خزان الوقود .

ولا تستخدم محابس منع الوقود إلا فى الجرارات المزودة بخزانات تعمل بالتثاقل ، وهى التى يسرى منها الوقود إلى المغذى (الكاربوراتير) ، أو مضخة الحقن ، بفعل الجاذبية الأرضية .

(ب) الامداد بالوقود بالتغذية الجبرية :

تتطلب التغذية الجبرية بالوقود وجود مضخة تغذية لسحب الكمية اللازمة من الوقود من خزان الوقود ، ودفعها عن طريق المرشح إلى المغذى (الكاربوراتير) أو مضخة الحقن .

وقد تصمم مضخات التغذية بالوقود على شكل مضخات ذوات رق أو على شكل مضخات ترددية . ويستخدم النوع الثانى من المضخات فى المحركات الديزل نظرا لأنه يناسب الضغوط العالية التى تتطلبها هذه المحركات .

المضخة ذات الرق :

تستخدم هذه المضخة فى المحركات البنزين . وهى تستمد حركتها عادة من عمود الكامات عن طريق قرص لا مركزى (اكسنتريك) . ويوضح الشكل ١٠٥ تصميم مضخة ذات رق تعمل كما يلى :

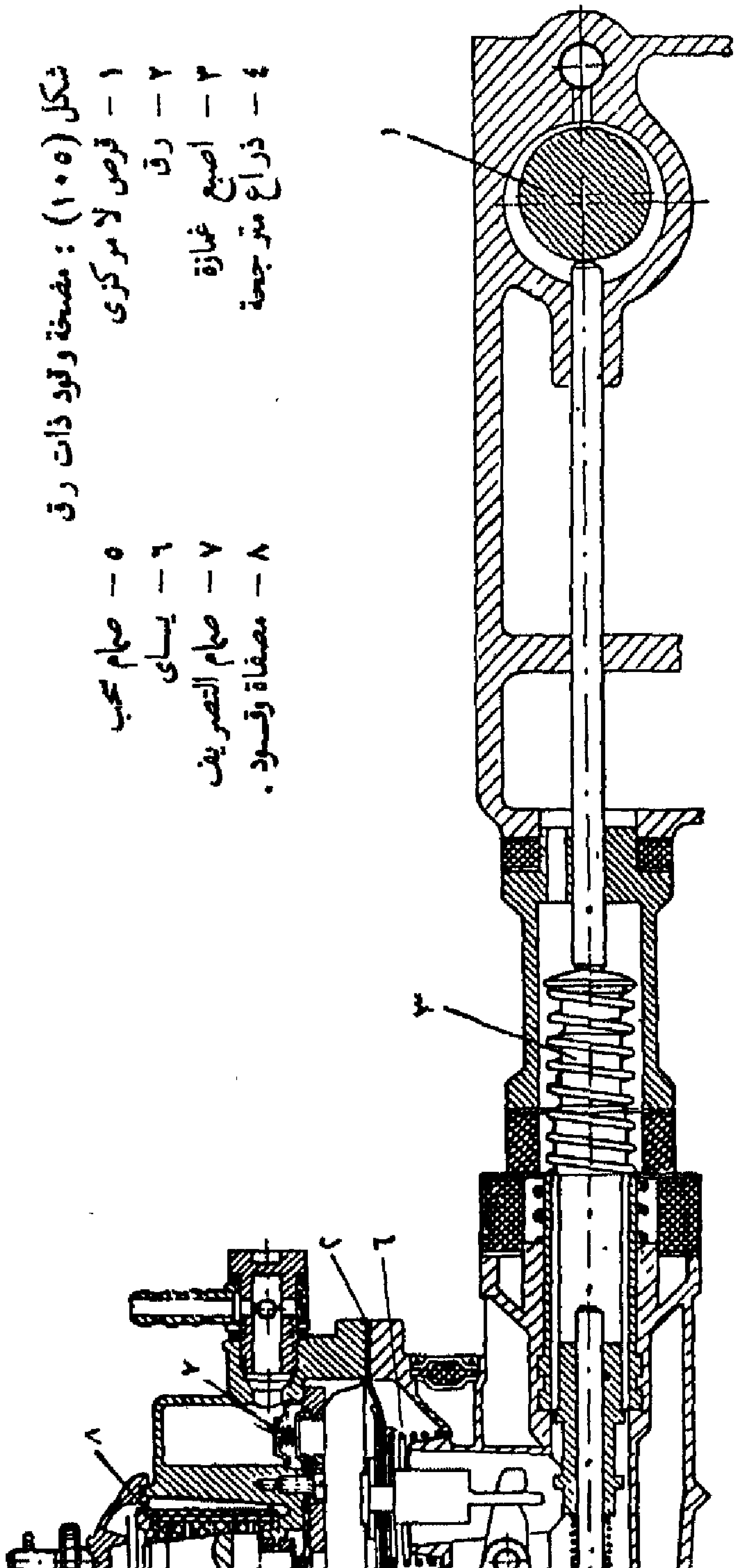
يستمد الرق حركته من القرص اللامركزى عن طريق أصبع غمازة وذراع مترجحة . ويتحرك الرق إلى أسفل أولا بحيث يحدث تفريغا فى الهواء فوقه ، فينفتح صمام السحب – نتيجة هذا التفريغ – ليسمح للوقود بالدخول. وبمواصلة القرص اللامركزى لحركته تعود الذراع المترجحة إلى وضعها الأصلى فينضغط الرق إلى أعلى عن طريق الياى ، وفى الوقت نفسه ينغلق صمام السحب ، وينفتح صمام التصريف فيندفع الوقود إلى المغذى (الكاربوراتير).

وتزود المضخات ذوات الرق بوسيلة معايرة لضبط كمية الوقود المدفوعة لتتناسب مع احتياجات المحرك .

المضخة الترددية (التحضيرية) :

تستخدم هذه المضخة فى الجرارات أساسا نظرا لأنها تعطى ضغوطا أكبر من الضغوط التى تعطيها المضخة ذات الرق .

وفى المحركات الديزل توصل المضخة الترددية (التحضيرية) عادة بمضخة الحقن وتستمد حركتها من عمود كامات هذه المضخة . ويوضح الشكل ١٠٦ طريقة عمل المضخة الترددية . ويتبين منه أن الاصبع

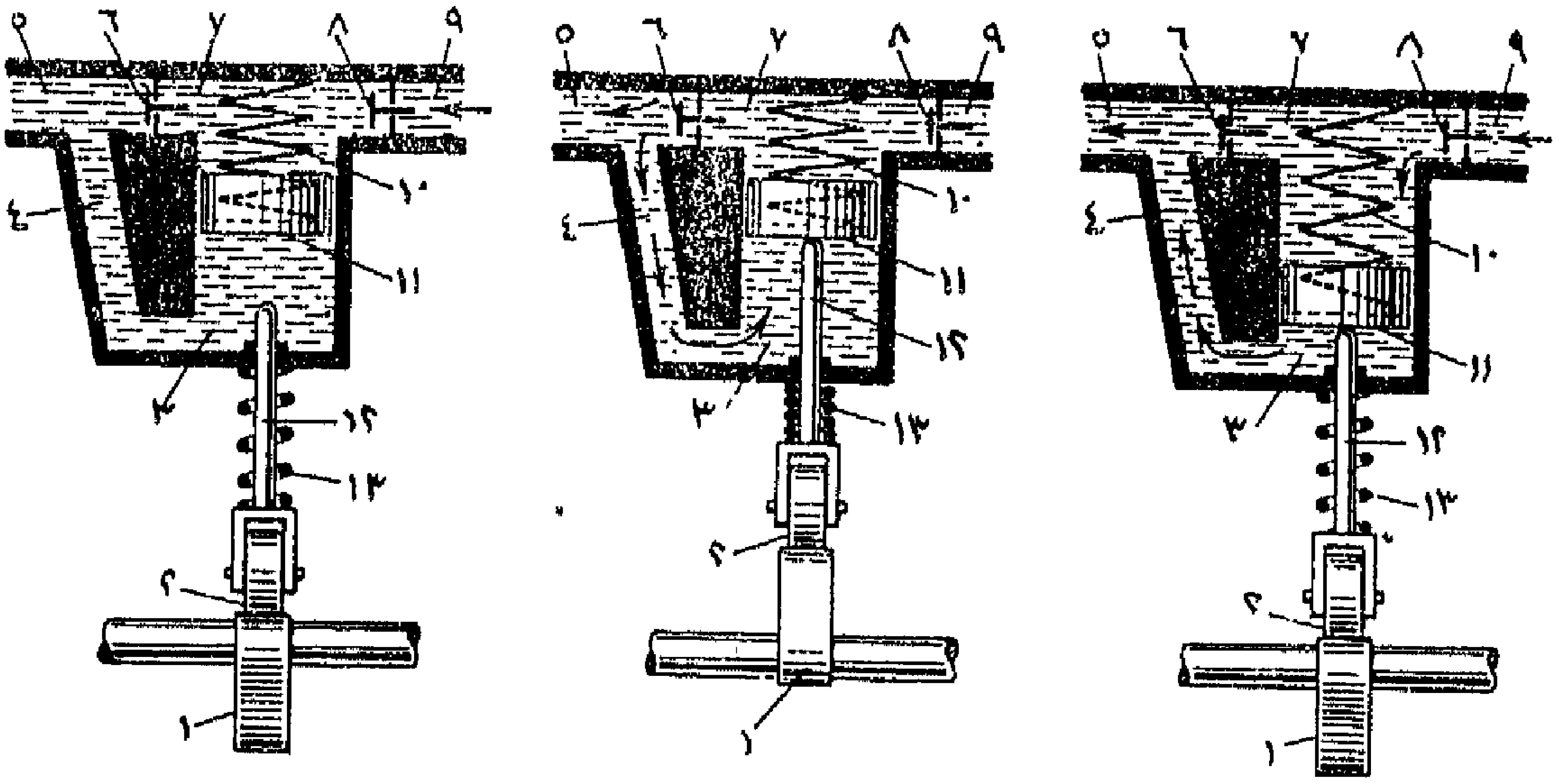


شكل (١٠٥) : مضخة وقود ذات رق

١ – قرص لا مركزى
٢ – رق
٣ – أصبع غمازة
٤ – ذراع مترجحة
٥ – صمام سحب
٦ – ياى
٧ – صمام التصريف
٨ – مصفاة وقود .

الغمازة ، التى ينتهى طرفها بدحروج (بكرة) ، تتلامس مع كامة العمود المدير نتيجة ضغط الياى .

كما يلامس عمود الدفع الكباس الصغير (الدافعة) دون أن يوصل به .



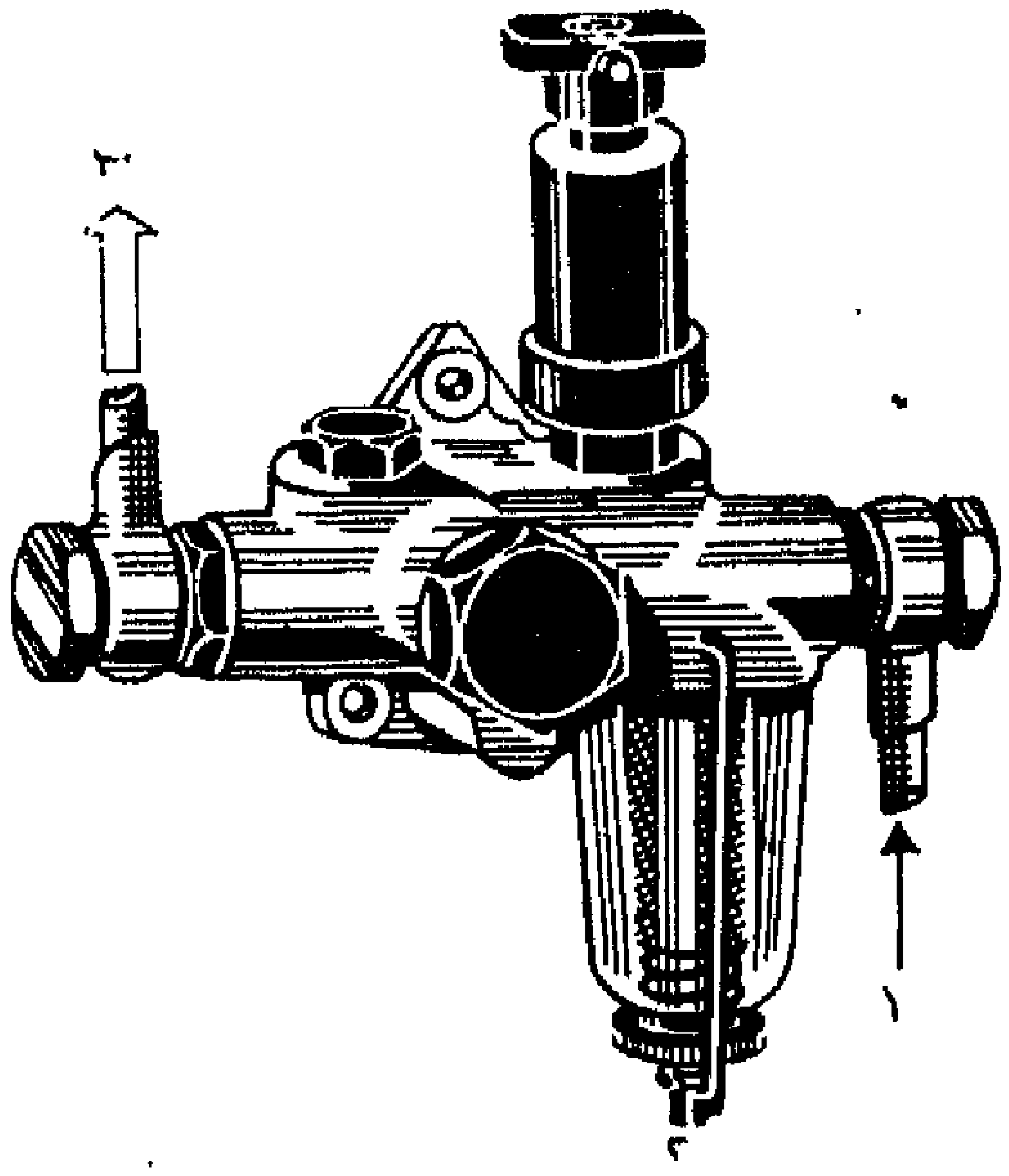
شكل (١٠٦) : طريقة عمل مضخة الوقود الترددية (التحضيرية)

١ – الكامة المديرة
٢ – أصبع غمازة بدحروج (بكرة)
٣ – حيز الوقود السفلى
٤ – قناة تصريف
٥ – ماسورة التصريف
٦ – صمام التصريف
٧ – حيز الوقود العلوى
٨ – ماسورة سحب
٩ – ماسورة سحب
١٠ – ياى الكباس
١١ – الكباس (الدافعة)
١٢ – ذراع الكباس
١٣ – ياى الاصبع الغمازة

وعندما ترفع كامة العمود المدير الأصبع الغمازة ، يتحرك الكباس (الدافعة) إلى أعلى ضاغطا يايه ، فينضغط الوقود الموجود فى حيز الوقود العلوى ، ويندفع إلى ماسورة التصريف عن طريق صمام الضغط (التصريف) . وينتج عن تحرك الكباس (الدافعة) إلى أعلى ازدياد حجم (حيز) الوقود السفلى فيدخل إليه الوقود عن طريق فتحة معينة . وبعدما يترك دحروج (بكرة) الأصبع الغمازة نتوء الكامة المستدير ، يضغط ياى الكباس كباسه إلى أسفل فيمر الوقود الموجود فى حيز الوقود السفلى إلى ماسورة التصريف عن طريق قناة تصريف . ولا يستطيع الوقود فى هذه الحالة الدخول إلى حيز الوقود العلوى نظرا لأن صمام التصريف يكون مغلقا . وعندما يتحرك الكباس (الدافعة) إلى أسفل ينشأ فعل السحب بحيث يسمح لصمام السحب بالانفتاح وإدخال الوقود عن طريق ماسورة السحب . ولا يحتاج المحرك إطلاقا إلى الكمية الكلية للوقود التى تدفعها المضخة الترددية فى الدورة الواحدة . ومن ثم يتولد ضغط مضاد (مرتد) فى حيز الوقود السفلى (يتوقف مقداره على قدرة خرج المحرك) لا يسمح لياى الكباس بدفع كباسه إلى أسفل

الا ببطء . أما ذراع الكباس فتتحرك إلى أسفل بسرعة،وبذلك لا تستمر فى ملامستها للكباس . وبالتالى فإن حركات (أشواط) الكباس لا تتم إلا فى نطاق النقطة الميتة العليا ، كما أنها تكون قصيرة جدا .

وإذا كانت المركبة المراد تشغيلها قد تركت بدون تشغيل لفترة طويلة ، فى هذه الحالة يجب ملء ماسورة الوقود بالوقود . ولهذا الغرض تزود المركبة بمضخة تحضيرية يدوية كالمبينة فى الشكل ١٠٧ .



شكل (١٠٧) : مضخة تحضير يدوية
١- جسم المضخة
٢- مرشح ابتدائى
٣- يد للضخ

مضخات الوقود الكهربائية :

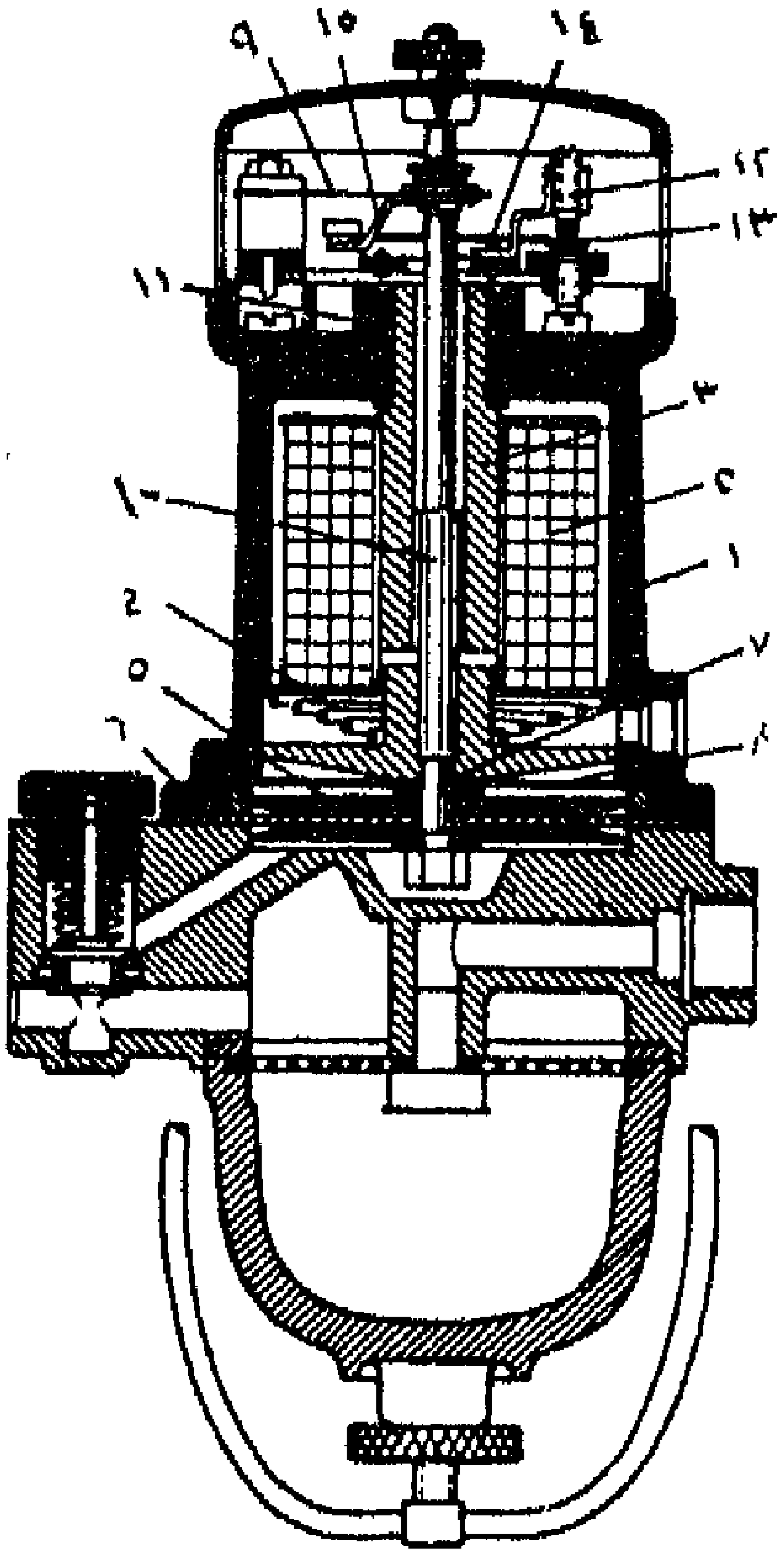
فى بعض الأحيان تزود المحركات البنزين المستخدمة فى الجرارات بمضخات وقود كهربائية (تدار بالكهرباء) . وتتميز هذه المضخات بأنه يمكن تركيبها فى أى موضع بالمركبة ، فضلا عن أنها تبدأ فى العمل بمجرد توصيل الدائرة الكهربائية بالجرار (بمجرد فتح الكونتاكت) ، أى قبل بدء حركة المحرك نفسه .

ولما كانت هذه المضخات عبارة عن مضخات ذوات رق ، فإن طريقة عملها لا تختلف إلا فى آليات إدارتها . ويوضح الشكل ١٠٨ رسما تخطيطيا لمضخة وقود كهربائية .

(ج) ترشيح الوقود :

تعتبر تنقية الوقود ، أى تخليصه من الأوساخ والجسيمات الغريبة ، عاملا أساسيا للتشغيل الصحيح لكل من المحركات البنزين والمحركات الديزل . ويمكن عزو الأعطال والمتاعب العديدة فى التشغيل إلى اتساخ الوقود . لذلك يجب التأكد من نقاء الوقود فعلا عند التزويد (الملء) به .

وينبغى الالتزام باستخدام الأقماع النظيفة ، المزودة بالمصافى ، وخاصة عند الملء من أوعية



شكل (١٠٨) : مضخة وقود كهربائية

١ – مغنطيس كهربائى
٢ – ملف
٣ – قلب
٤ – يساى
٥ – مجموعة عضو الإنتاج
٦ – رق
٧ – عمود عضو الإنتاج
٨ – ذراع تحكم
٩ – ذراع تحكم
١٠– جلبة ديامغنطيسية
١١– عضو إنتاج مساعد
١٢– مسمار ملامسة (توصيل)
١٣– طرف ملامسة
١٤– ياى ورق
١٥– ذراع (ريشة)

(جير كان) . وقد تستخدم خرقة نظيفة من القماش توضع فى القمع كبديل للمصفاة .

ترشيح (تنقية) الوقود فى المحركات البنزين :

يدفع الوقود فى المغذى إما بطريق التثاقل أو بوساطة مضخة تغذية الوقود ، كما سبق شرحه .

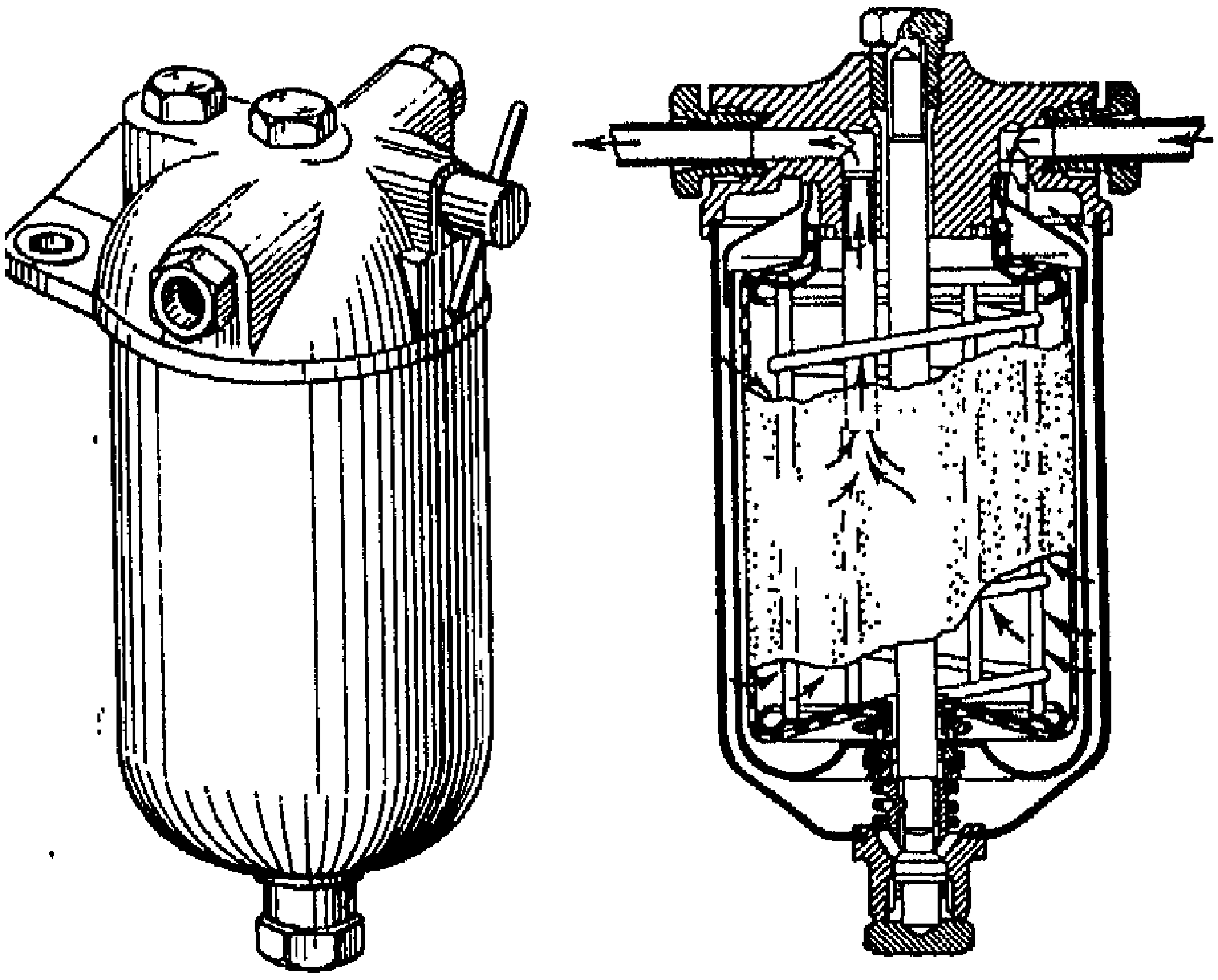
فإذا كان الجرار مزودا بخزان يعمل بالتثاقل ، يجرى ترشيح (تنقية) الوقود إما فى محبس منع الوقود أو فى مرشح يركب خصيصا فى خط الوقود .

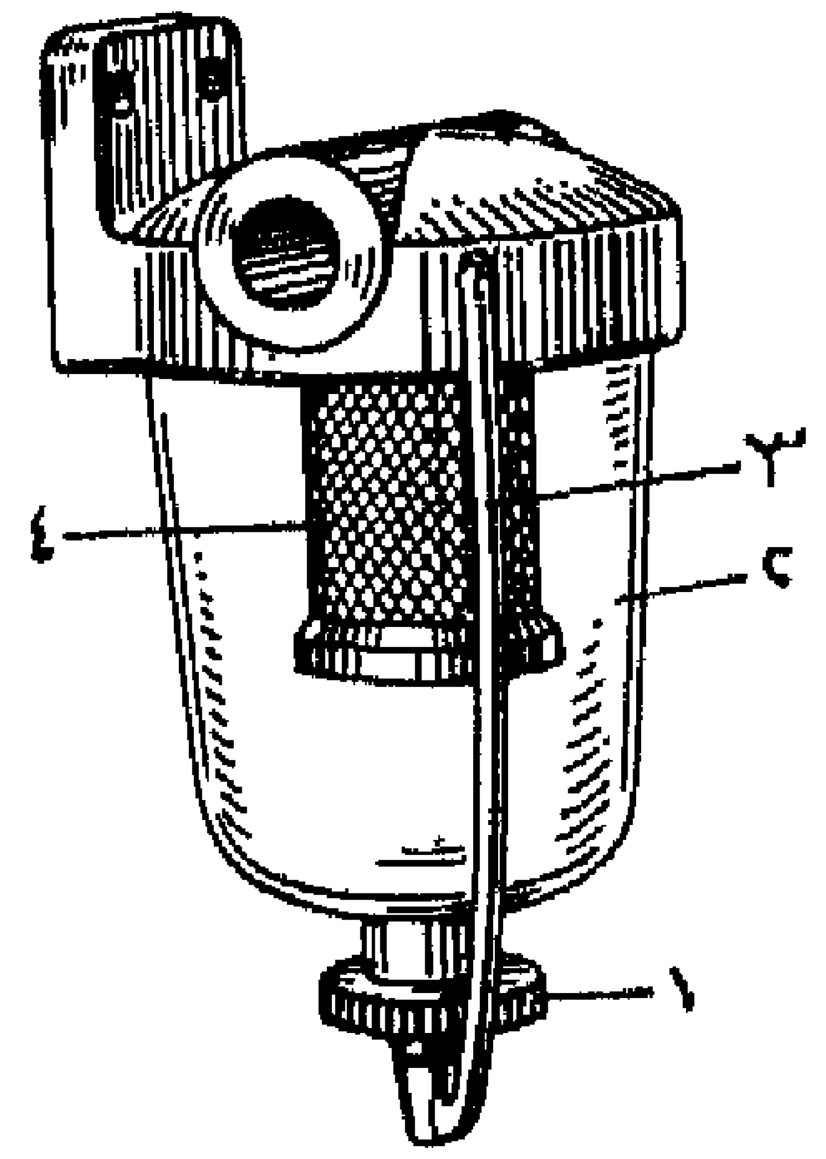
والمرشحات التى تركب فى خط الوقود (شكل ١٠٩) لها عادة وعاء ترشيح من الزجاج الذى يمكن من رؤية الجسيمات الغريبة أو الشوائب من الخارج . وبعد فك الصامولة المخرشة (المترترة) ، وتحريك السلك المثبت إلى الجنب ، يمكن خلع الوعاء الزجاجى وفك عنصر الترشيح .

وعند التنظيف ينبغى مراعاة عدم إتلاف المصفاة المصنوعة من السلك الشبكى الدقيق . لذلك يوصى باستخدام فرشاة ملساء أو هواء مضغوط لهذا الغرض .

ترشيح (تنقية) الوقود فى المحركات الديزل :

يعتبر الترشيح الجيد للوقود فى المحركات الديزل (محركات الاشتعال بالإنضغاط) أكبر أهمية منه فى المحركات البنزين . فقد تتسبب الجسيمات الغريبة ، التى يبلغ مقاسها ٠٫٠٠١ مم



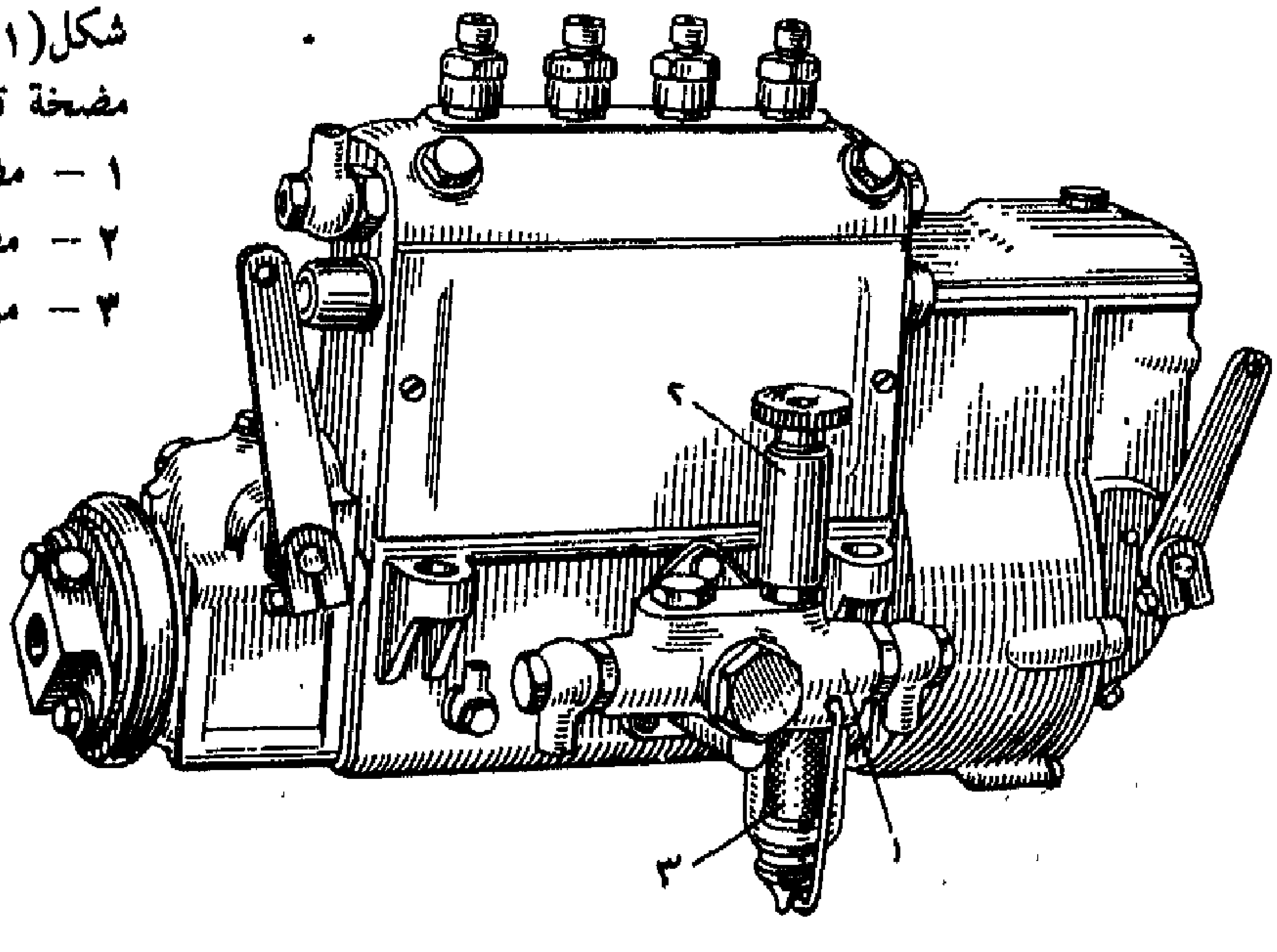


شكل (١٠٩) : مرشح الوقود
١ – صامولة مخرشة (مترترة)
٢ – الوعاء الزجاجى (قدح الترشيح)
٣ – السلك المثبت
٤ – عنصر الترشيح

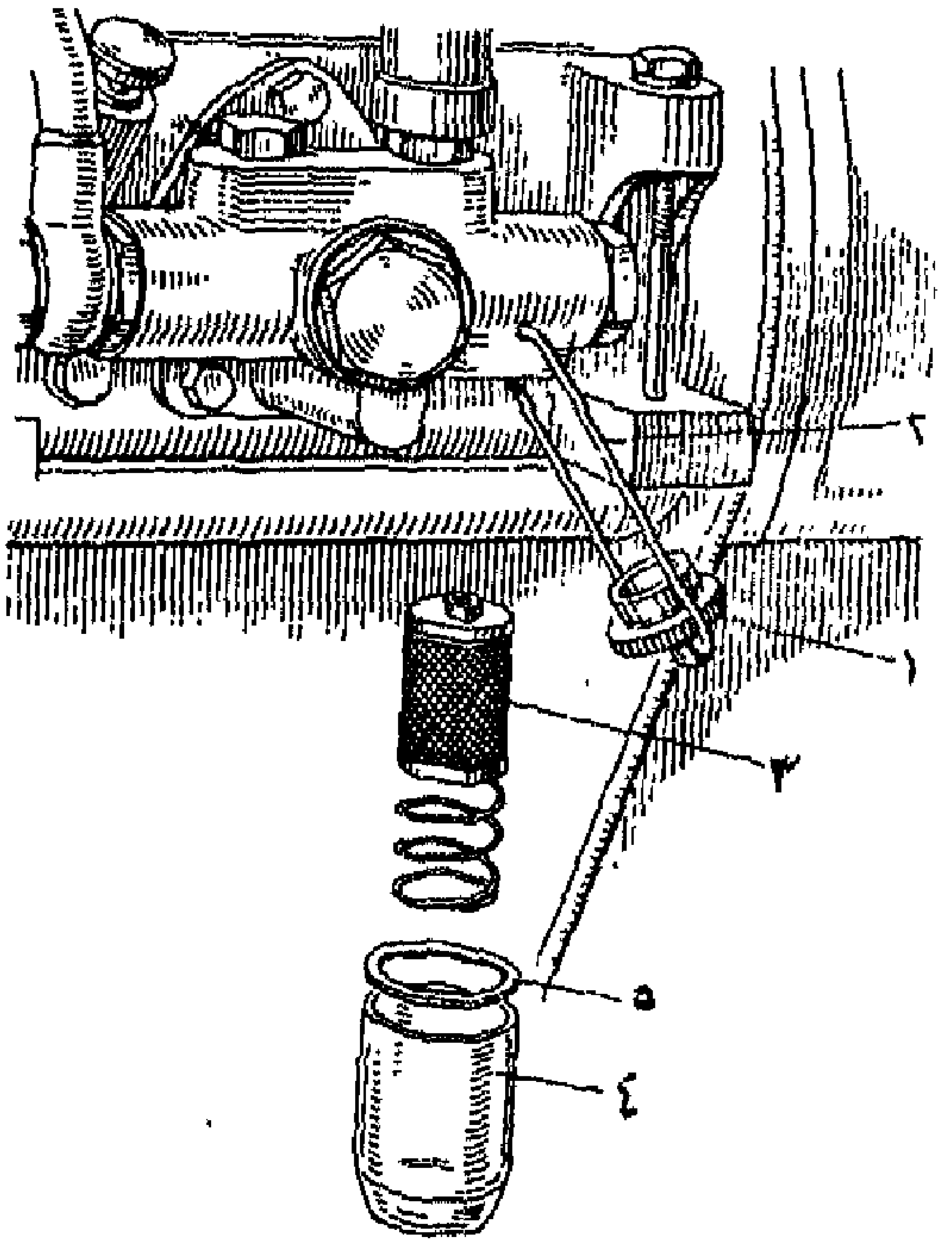
شكل (١١٠) : مرشح وقود بعنصر ترشيح على شكل كيس . تدل الاسهم على اتجاه سريان الوقود .

أو ٠٫٠٠٢ مم ، فى إحداث تلفيات كبيرة فى كباسات مضخة الحقن واسطواناتها فتصبح هذه الكباسات والأسطوانات عديمة الفائدة . وهذا هو السبب فى وجود مرشح وقود فى خط الوقود بالمحركات الديزل التى تستمد وقودها من خزان يعمل بالتثاقل .

ويزود هذا المرشح عادة بعنصر ترشيح على شكل كيس مصنوع من الحرير الخام أو من



شكل (١١١) : مضخة حقن ذات مضخة تغذية ومرشح ابتدائى
١ – مضخة تغذية بالوقود
٢ – مضخة يدوية (تحضيرية)
٣ – مرشح ابتدائى



شكل (١١٢) : المرشح الابتدائى ، مفككا .
١- الصامولة المحرشة (المترترة)
٢- السلك المثبت
٣- عنصر الترشيح
٤- قدح المرشح (الوعاء الزجاجى)
٥- حشية (جوان)

الخيوط المختلفة الدقيقة النسج (شكل ١١٠) . أما إذا كانت التغذية بالوقود تتم عن طريق مضخة تغذية ، ففى هذه الحالة يركب مرشح آخر فى الدورة قبل المضخة (شكل ١١١) .

ويسرى الوقود خلال الدورة بالكيفية التالية :

يمر الوقود من الخزان عن طريق محبس الوقود إلى المرشح الابتدائى ، ومنه إلى مضخة التغذية بالوقود التى تدفعه إلى مضخة الحقن عن طريق المرشح الرئيسى .

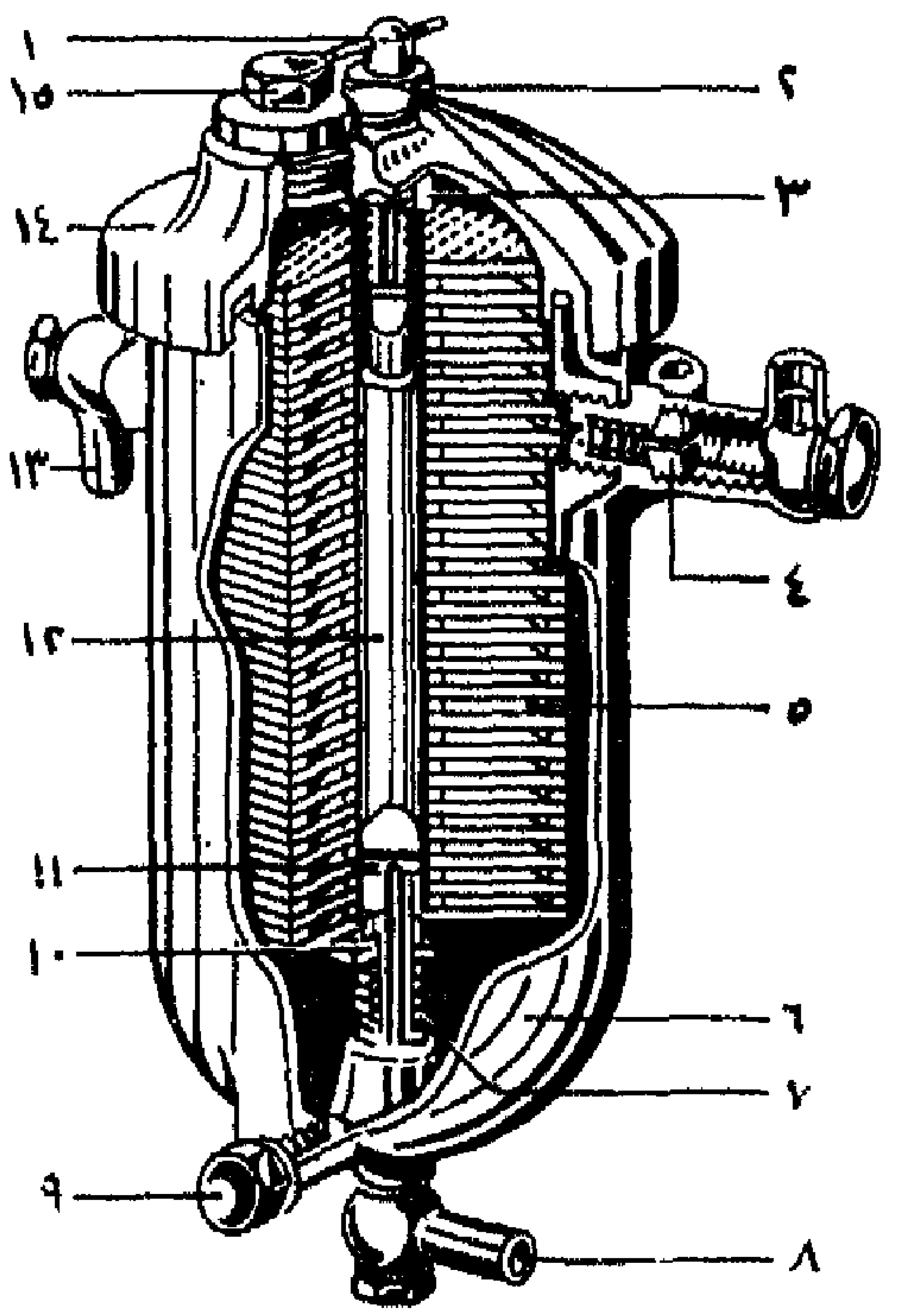
وتحتجز الجسيمات الغريبة فى المرشح الابتدائى لحماية أجزاء مضخة الوقود منها . ويتكون هذا المرشح من وعاء الترشيح الشفاف (الزجاجى) الذى يمكن خلعه بفك الصامولة المحرشة (شكل ١١٢) .

وعند تجميع المرشح الابتدائى تنبغى العناية بتركيب حشية منع التسرب (الجوان) التى يجب أن تكون بحالة جيدة ، وإلا تسرب الهواء إليها عند السحب .

ويجب تنظيف هذا المرشح عموما بعد كل ٥٠ ساعة من ساعات التشغيل .

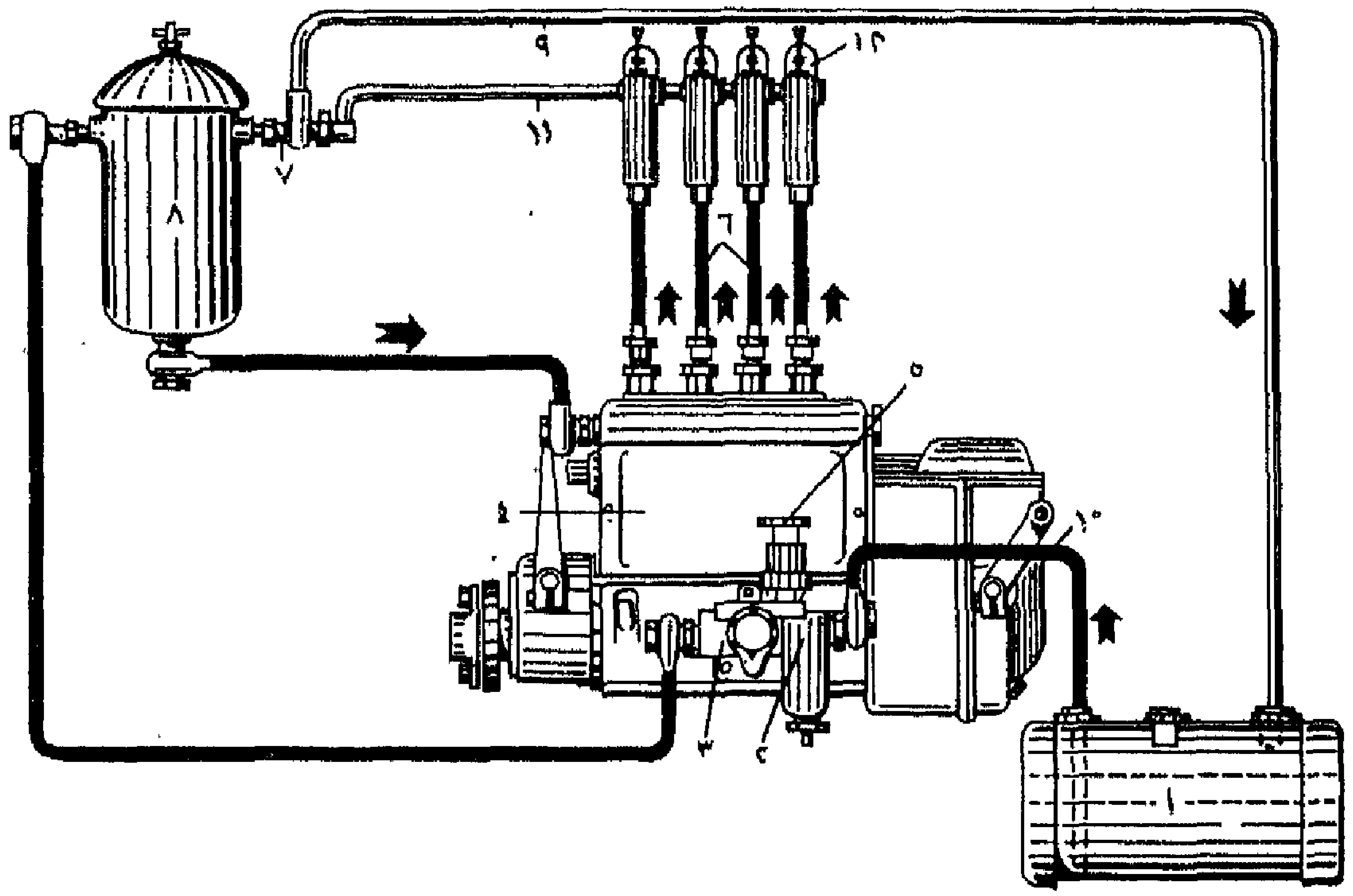
ويركب المرشح الرئيسى فى خط الوقود قبل مضخة التغذية بالوقود . وهو مصمم لاحتجاز أدق الجسيمات الغريبة من الوقود . ويوضح الشكل ١١٣ المقطع المستعرض لهذا المرشح .

ويدفع الوقود إلى وعاء المرشح عن طريق ماسورة التغذية ، ثم يتغلغل فى عنصر الترشيح ويسرى إلى حيز التصريف . وتحتجز الجسيمات الغريبة فى المرشح لتستقر فى قاع الوعاء . ويمر الوقود — خلال فتحات العمود (المجرى) — إلى ماسورة التصريف ، ومنها إلى مضخة الحقن



شكل (١١٣) : مقطع مستعرض فى المرشح الرئيسى

١ — سدادة تنفيس
٢ — صامولة مشتركة مقلوظة
٣ — حشو
٤ — صمام الفائض
٥ — عنصر الترشيح (قلب الفلتر)
٦ — وعاء (جسم) المرشح .
٧ — ياى الانضغاط
٨ — ماسورة تصريف إلى مضخة الحقن .
٩ — سدادة تصريف الأوساخ
١٠ — ماسك
١١ — فتحـــة
١٢ — عمود مجوف (مجرى)
١٣ — ماسورة تغذية
١٤ — غطـــاء
١٥ — سدادة مقلوظة



شكل (١١٤) : دورة الوقود بالمحرك الديزل

١ — خـــزان الوقـــود
٢ — المرشح الابتدائى
٣ — مضخة التغذية بالوقود
٤ — مضخة الحقن
٥ — المضخة اليدوية (التحضيرية)
٦ — مواسير الضغط العالى المؤدية إلى فوهات الحقن
٧ — صمام الفائض
٨ — المرشح الرئيسى
٩ — ماسورة الفائض (الرجوع)
١٠ — ماسورة السحب (مسار الوقود)
١١ — ماسورة فائض فوهات الحقن
١٢ — فوهات الحقن .

(شكل ١١٤) . ونظرا لوجود صمام للفائض فى مسار الوقود ، فإنه يمكن عن طريقه إعادة الوقود الفائض من ماسورة التصريف إلى الخزان .

وإذا لم يكن خط الوقود محكما ضد التسرب ، وخاصة عند المرشح الابتدائى ، فإن الهواء يتسرب إلى داخل الخط ويختلط بالوقود . وينصرف هذا الهواء عن طريق سدادة الإستنزاف (التنفيس) عند فتحها .

وبعد كل ٢٠ ساعة من ساعات التشغيل تقريبا يجب فتح سدادة تصريف الأوساخ والتخلص من الرواسب المتخلفة . وبعد كل ١٠٠ ساعة من ساعات التشغيل يجب تنظيف المرشح كله . ولإجراء ذلك يفتح المرشح ويخلع عنصر الترشيح منه . ويجب تنظيف عناصر الترشيح المصنوعة من اللباد كلية بالبنزين المخصص لأغراض التنظيف ، وذلك بوضع كل قطعة من قطع اللباد فى البنزين ثم عصرها ، مع تكرار هذه العملية عدة مرات . وعند تجميع عنصر الترشيح تنبغى مراعاة وضع قطعة لباد رقيقة بين كل قطعتين سميكتين لكفالة الحصول على ضغط منتظم .

ولا يسمح بغسل عناصر الترشيح الورقية عند التنظيف ، وإنما تستبدل عناصر ترشيح جديدة بها .

(د) ملاحظات تتعلق بالصيانة والإصلاح :

١ — يجب بذل أقصى عناية ممكنة عند لحام خزانات الوقود نظرا لخطورة حدوث انفجارات نتيجة اشتعال خليط الوقود والهواء .

ويوصى بخلع الخزان وتصفيته من الوقود ثم غسله بالماء ونفخه بالهواء المضغوط . وبعد ذلك يجب إحكام سد الفتحة المقلوظة الخاصة بسدادة التصريف ، وكذلك وصلة ماسورة التغذية بالوقود ، بوساطة سدادة من الفلين أو من المطاط ، ثم توضع مصفاة الوقود فى فتحة الملء . وتمنع المصفاة اشتعال الغازات التى قد تكون مازالت بالخزان . ومن الممكن كذلك تجهيز خزان الوقود ، الذى يكون قد سبق ملؤه بالبنزين ، للحام بملئه بالوقود الديزل ثم تصريفه على الفور . وبهذه الكيفية يمكن التخلص من أية كمية من البنزين ذى القابلية الشديدة للانفجار . وبعد الإصلاح يختبر الخزان للتأكد من إحكامه ضد التسرب . ويجرى ذلك بنفخ الهواء فيه عند ضغط ١,٥ ضغط جوى .

٢ — عند اكتشاف مواضع تسرب فى خزان الوقود أو ماسورة (خط) الوقود فى أثناء التشغيل فى الأماكن التى لا تتوافر فيها إمكانيات الإصلاح ، فى هذه الحالة يمكن استخدام الصابون لمنع التسرب من هذه المواضع . والصابون لا يذيبه الوقود وإنما يزيد من صلابته . وعلى أية حال فإن هذا الإجراء لا يعتبر إلا حلا بديلا مؤقتا ، وينبغى بعد ذلك التخلص من هذا العطل على الفور فى الورشة .

٣ – عند إجراء إصلاحات بدورة الوقود ، بما فى ذلك المضخات و المواسير (الخطوط)، يجب مراجعة كل الحشيات (الجوانات) للتأكد من صلاحيتها . ويراعى عدم الاستغناء عن أى من الحشيات عند التجميع .

٤ – يجب تركيب وصلات المواسير (الخطوط)، ومرشحات الوقود، ومضخات الوقود، و المغذى (الكاربوراتير) بالكيفية التى تكفل عدم تساقط نقط الوقود منها – نتيجة التسرب – على الأسلاك أو الأجزاء الكهربائية ، أو على المواضع الساخنة من المحرك ، أو مجموعة (مجارى) العادم .

٥ – يجب تركيب مواسير الوقود بحيث تترك مسافات آمنة بينها وبين المحرك الساخن أو مجموعة العادم ، لأن الحرارة إذا انتقلت إلى خطوط الوقود تتسبب فى نشوء فقاعات بخارية (غازية) فيها تعوق مسار التغذية بالوقود .

٦ – ينبغى تركيب خطوط (مواسير) الوقود بحيث لا تتسبب الصدمات أو الاهتزازات الناشئة من تشغيل المركبة فى صدمها فتكون سببا فى إتلاف أجزاء أخرى بالجرار . وعلاوة على ذلك يجب عدم تمديد المواسير بدرجة كبيرة حتى لا تحدث انفعالات (استطالات) ضارة بها . ويجب كذلك تفادى حدوث أى انحناءات حادة بالمواسير ، كما يجب حمايتها من الإعوجاج

٧ – قد يكون الإمداد غير الكافى بالوقود ناتجا عن انسداد فتحة التنفيس الموجود[illegible] .اء الملء .

٨ – إذا تعطلت مضخة التغذية بالوقود فينبغى إخراجها وتفكيك[illegible] ان يستبدل بالأجزاء المعيبة (التالفة أو المتآكلة) أجزاء أخرى جديدة من النوع نف[illegible]

٦ – المغذى (الكاربوراتير)

(ا) التصميم وطريقة العمل :

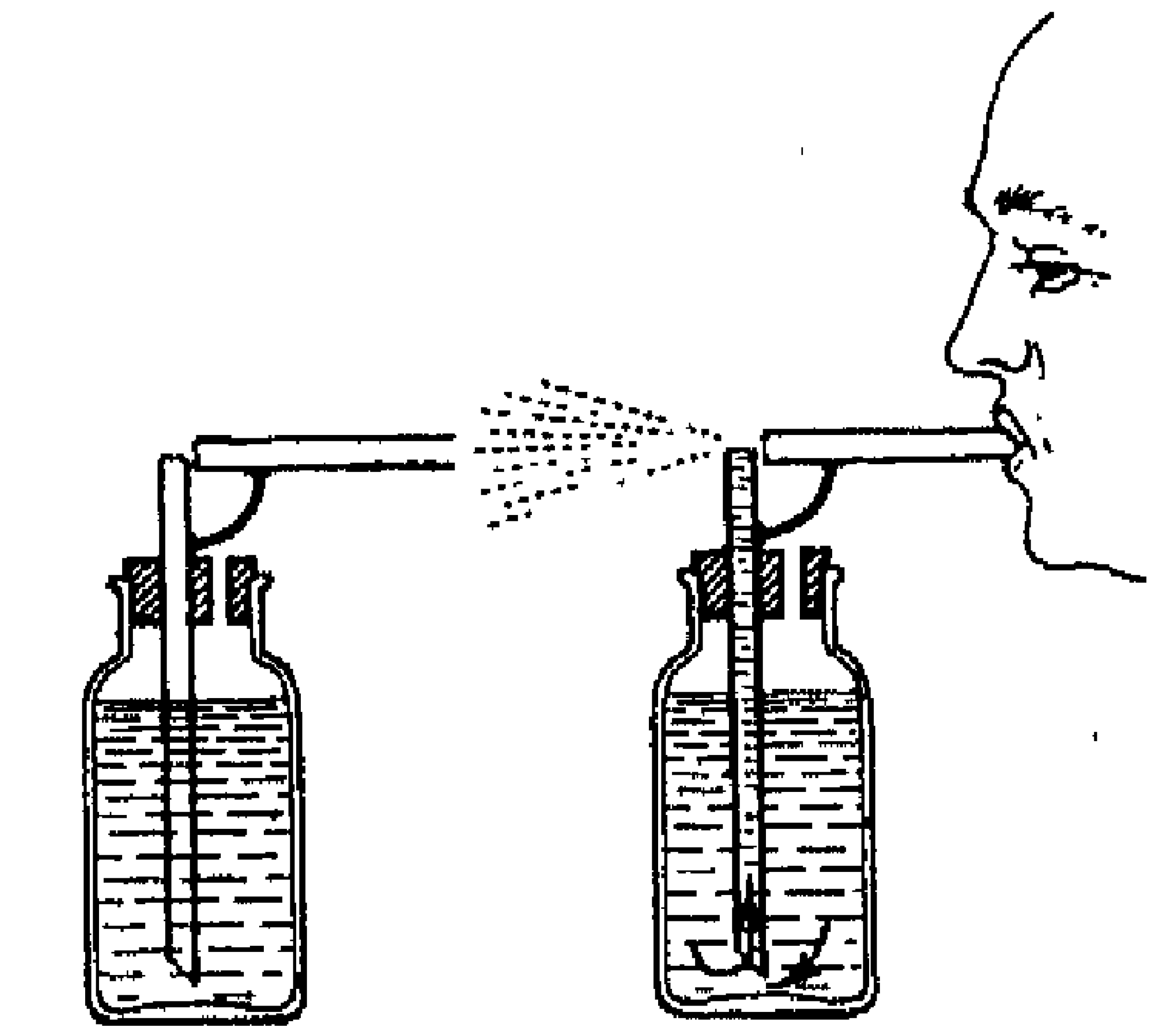
فى السنوات القليلة الماضية اكتسب المح[illegible] ـيزل شهرة متزايدة فى صناعة الجرارات الأوروبية بصفته محركا أساسيا اقتصاديا [illegible] رات . وفى البلاد غير الأوروبية ، وخاصة فى الولايات المتحدة الأمريكية ، يقل استخدام المحرك البنزين تدريجيا فى هذا المجال . ومع ذلك فن المفيد لسائق الجرار ال[illegible] على أجزاء المحرك البنزين ومكوناته ووظائفها ، نظرا لأن بعض الجرارات الم[illegible] ، بالمحركات البنزين مازالت مستخدمة حتى الآن .

ويتطلب المحرك البنزين خليطـــا من الوقود والهواء لتشغيله . وهذا الخليط يتم تجهيزه فى المغذى (الكاربوراتير) لإمداد غرف الاحتراق به عن طريق مواسير (خطوط) السحب . ويجب خلط الحجم المطلوب من البنزين والهواء بالنسبة الصحيحة بينهما لكفالة احتراق الخليط احتراقا تاما ، إذ أن هذا الاحتراق التام يعتبر من العوامل الأساسية المتحكمة فى قدرة خرج المحرك .

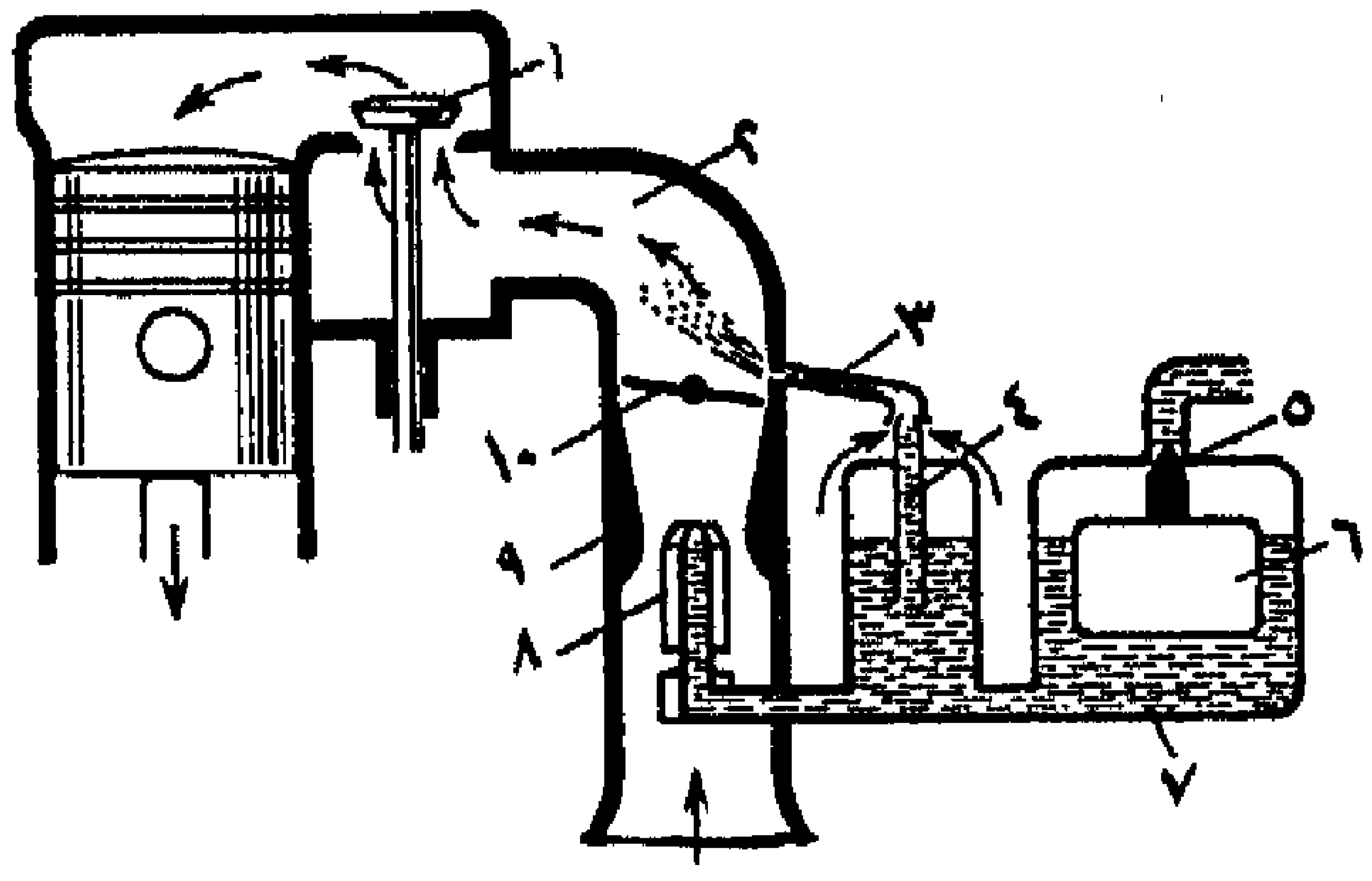
ويعرف الخليط باسم « الخليط المفتقر » إذا احتوى على كمية زائدة من الهواء . كما يعرف باسم « الخليط المستوفر » إذا احتوى على كمية زائدة من الوقود .

طريقة عمل المغذى :

المبدأ الأساسى الذى يحكم عمل المغذيات من جميع الأصناف بسيط جدا وشهير ، ويوضحه الشكل ١١٥ .

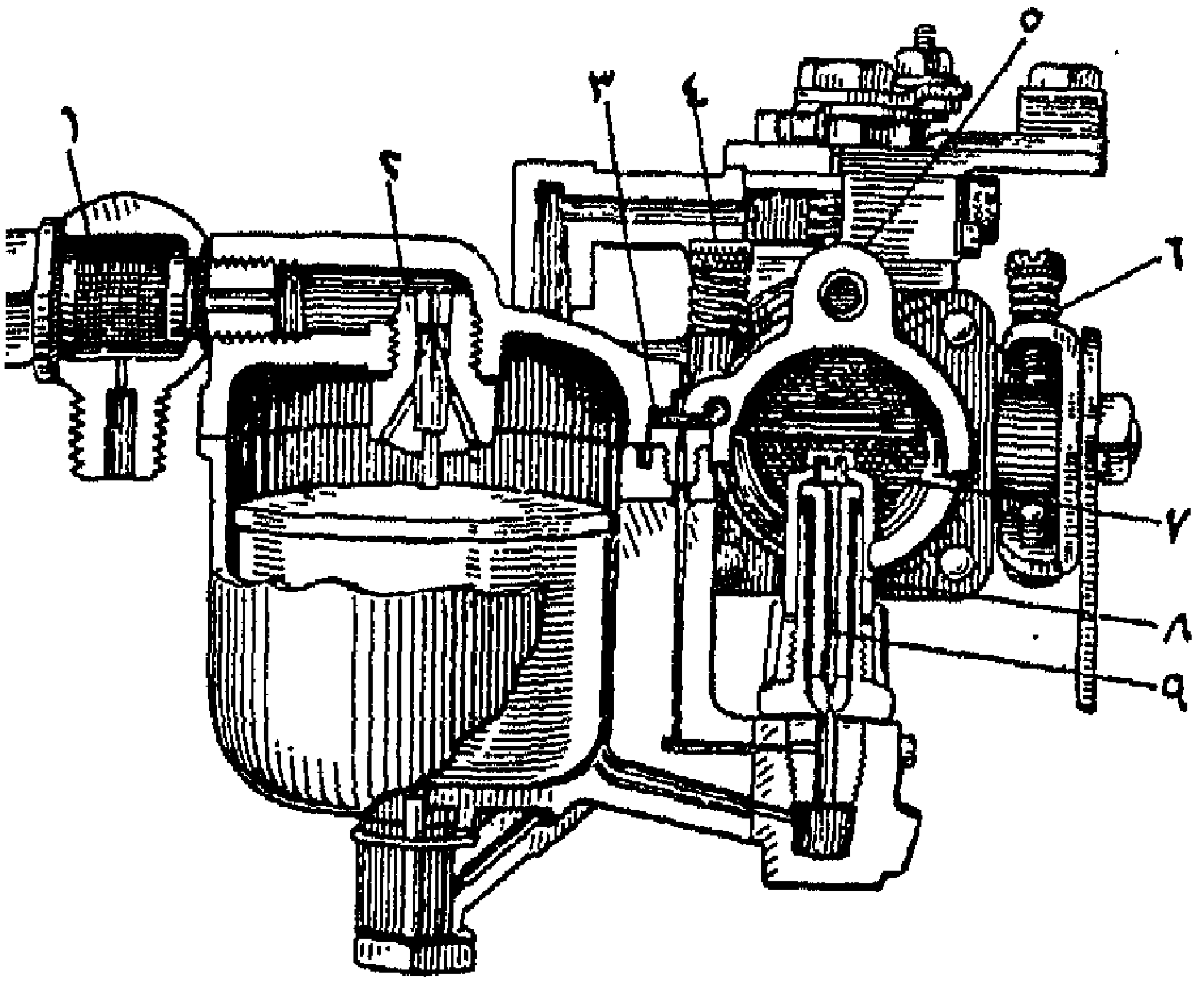


شكل(١١٥) : المبدأ الأساسى الذى يحكم عمل المغذيات
١ — الوضع المتعادل
٢ — وضع التشغيل



١ — صمام السحب
٢ — ماسورة السحب
٣ — ماسورة التغذية بالوقود اللازم عند السرعة البطيئة
٤ — منفث وقود السرعة البطيئة
٥ — ابرة العوامة
٦ — العوامـــة
٧ — غرفة العوامة
٨ — المنفث الرئيسى
٩ — أنبوب فنتورى
١٠— الصمام الخانق (المخنق)

شكل (١١٦) : طريقة عمل المغذى .



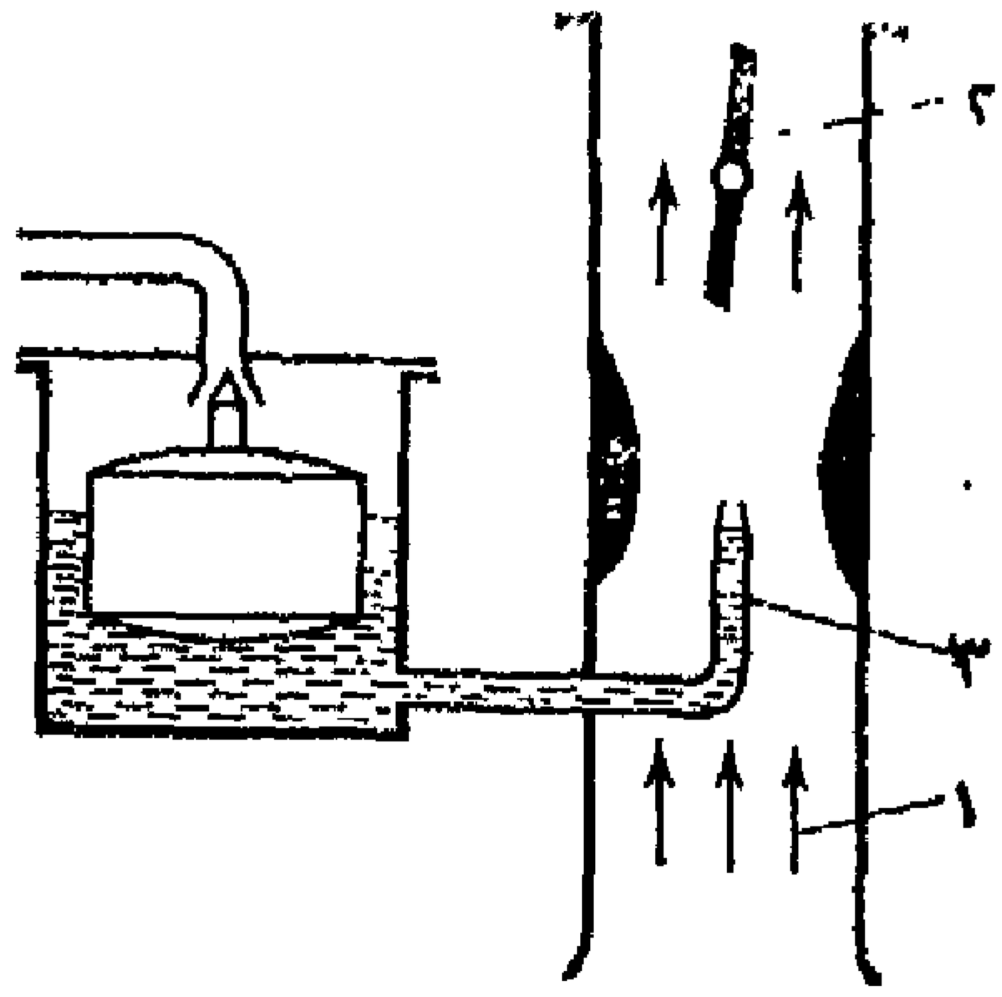
شكل (١١٧): مقطع فى المغذى .
١ — مرشح تنقية الوقود
٢ — صمام العوامة
٣ — منفث وقود السرعة البطيئة
٤ — منفث هواء السرعة البطيئة
٥ — مسمار تثبيت أنبوب فنتورى
٦ — وضع الخانق عند التباطؤ
٧ — أنبوب فنتورى
٨ — غطاء المنفث
٩ — المنفث الرئيسى

ويوضح الشكل ١١٦ طريقة عمل المغذى . فالوقود يسرى من خزان الوقود إلى غرفة العوامة ، ومنها إلى المنفث (الفونية) . ويتعادل [illegible] الوقود فى غرفة العوامة مع مستواه فى المنفث وفقا لما تقضى به قوانين الفيزيقا (الفيزياء) . وتزود غرفة العوامة بعوامة تحافظ على المستوى الثابت للوقود فى الفوهة . وهذه العوامة تفتح فتحة دخول الوقود أو تسدها — حسب استهلاك الوقود — عن طريق إبرة تسمى إبرة العوامة .

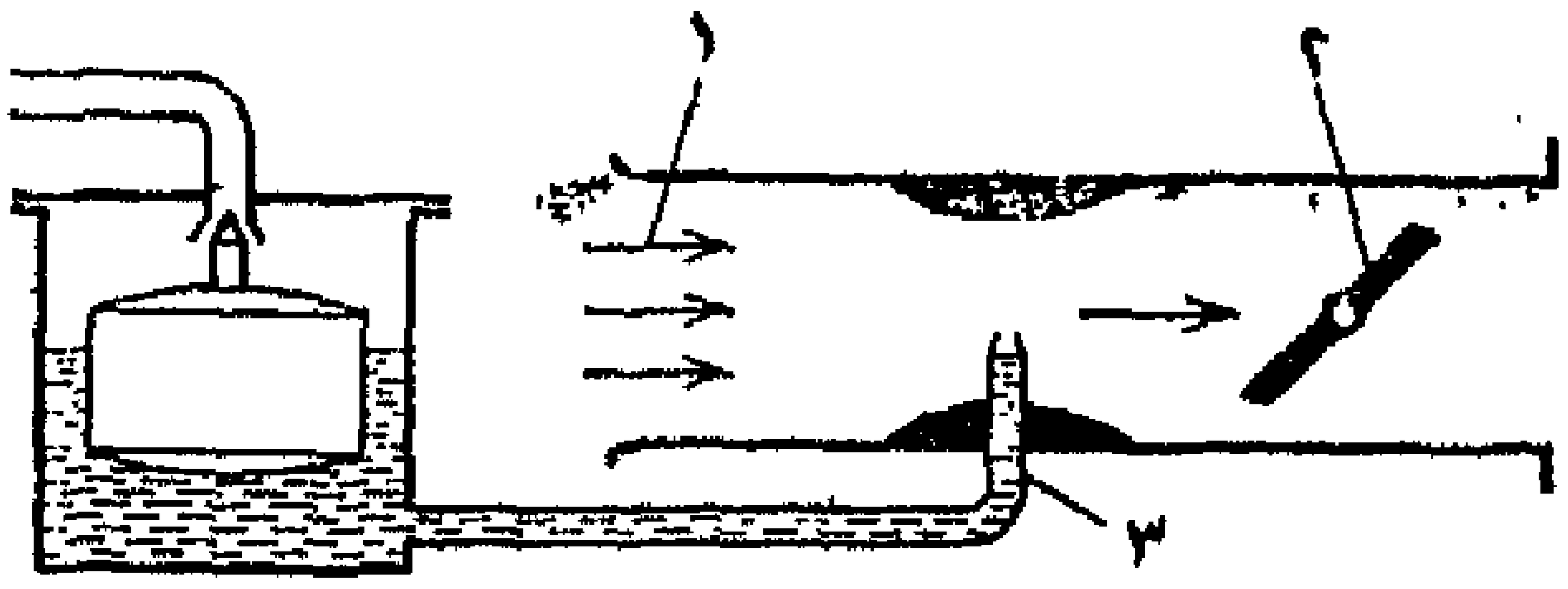
ويبرز المنفث المملوء بالوقود فى مجمع السحب ، وعندما يتحرك الكباس إلى أسفل ويكون صمام السحب مفتوحا ، ينشأ السحب فيدخل الهواء الجديد إلى ماسورة السحب . ولتعجيل سريان الهواء تقلل (تخنق) فتحة مجمع السحب فى الموضع الذى تتواجد فيه فتحة المنفث . ويعرف هذا المقطع المقللة فتحته باسم أنبوبة فنتورى أو قناة الخنق (شكل ١١٧) .

ويسحب الهواء المعجل سريانه جزئيات الوقود الدقيقة معه من المنفث ، مكونا الخليط المطلوب لتشغيل المحرك .

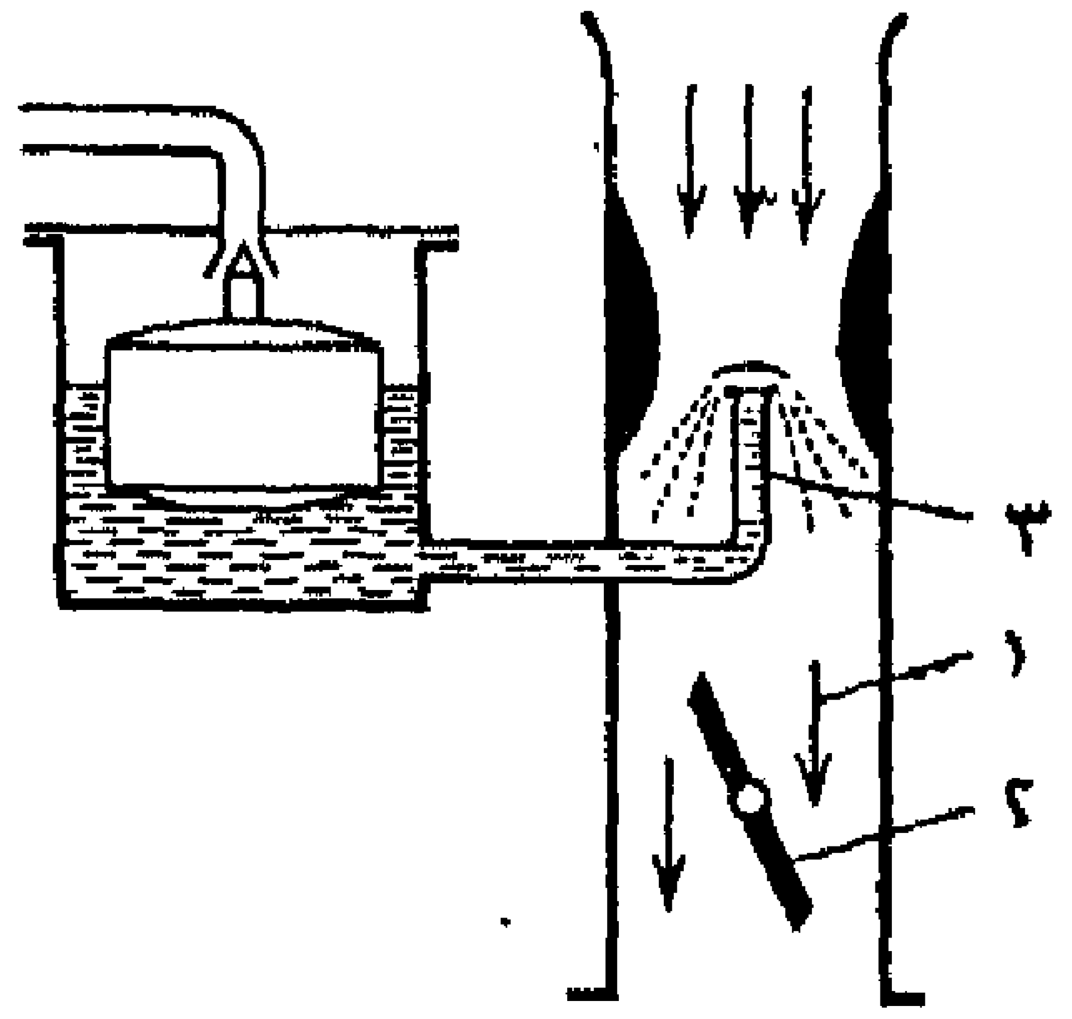
وكلما استهلك الوقود تنخفض العوامة مع مستواه فى غرفتها فتكشف إبرة العوامة فتحة دخول الوقود ، وبالتالى يسمح للوقود بالدخول . وتوجد فى مجمع السحب — فوق أنبوب فنتورى — قلابة تعرف باسم الصمام الخانق (المخنق) ، والغرض منها تنظيم حجم خليط الوقود والهواء الذى يقوم الكباس بسحبه . ويتم التحكم فى الصمام الخانق (المخنق) عن طريق دواسة المعجل . فإذا شغلت هذه الدواسة يفتح الصمام الخانق ماسورة السحب لتسمح بدخول حجم كبير من الخليط فى الأسطوانة ، وبالتالى تزداد سرعة المحرك .



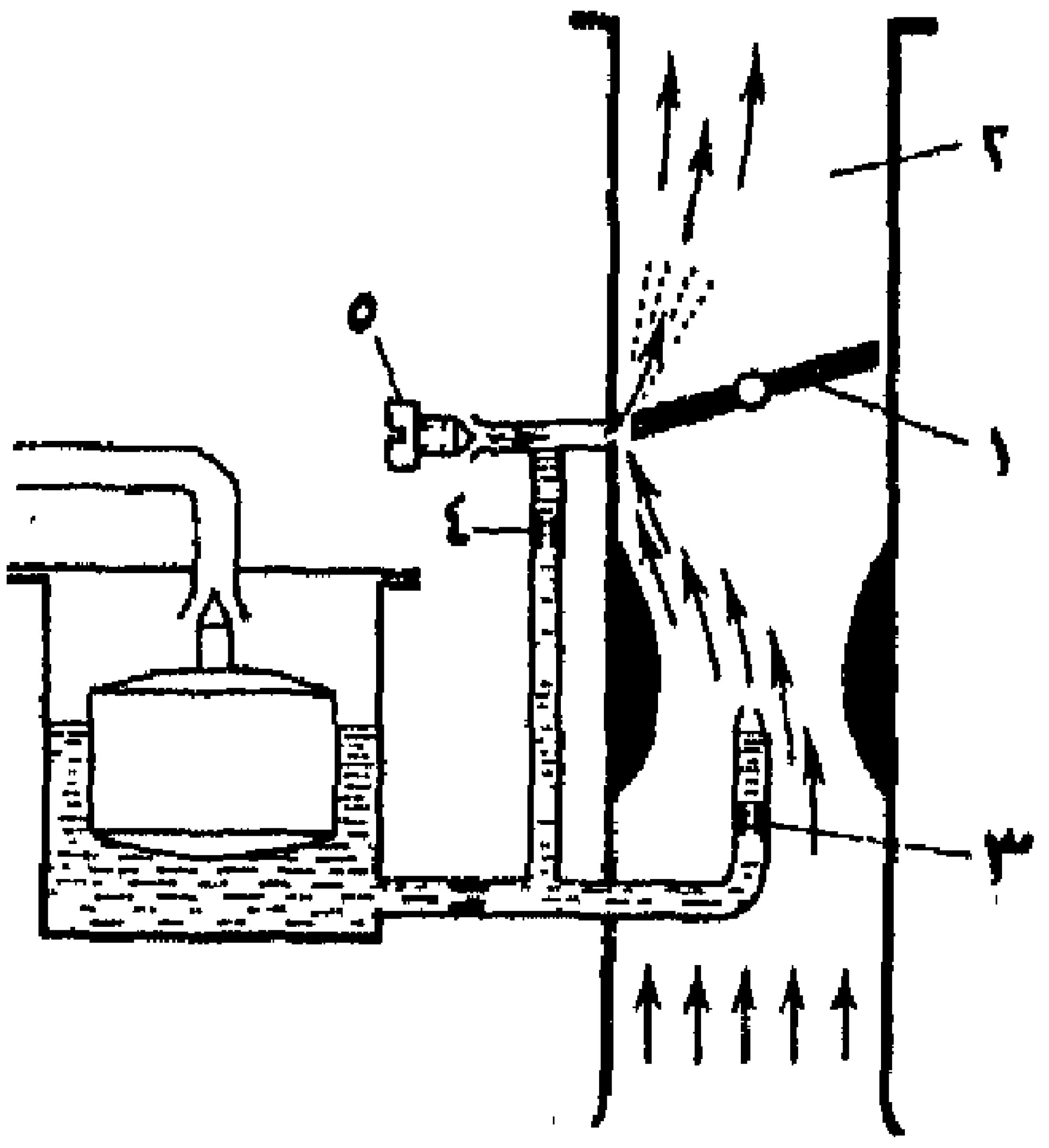
شكل(١١٨) : المغذى الذى يعمل بالسحب لأعلى
١ – اتجاه سريان الخليط
٢ – الصمام الخانق
٣ – المنفث



شكل (١١٩) : المغذى الأفقى
١ – اتجاه سريان الخليط
٢ – الصمام الخانق
٣ – المنفث



شكل (١٢٠) المغذى الذى يعمل بالسحب لأسفل
١ – اتجاه سريان الخليط
٢ – الصمام الخانق
٣ – المنفث



شكل (١٢١) : ترتيبة الدوران بسرعة التباطؤ .
١ – الصمام الخانق وهو مغلق
٢ – قناة السحب
٣ – المنفث الرئيسى
٤ – منفث سرعة التباطؤ
٥ – مسمار الضبط المقلوظ

وإذا أعتقت الدواسة يغلق الصمام الخانق ماسورة السحب فيما عدا ثغرة ضيقة منها ، وبالتالى لا يدخل الأسطوانه إلا حجم صغير من الخليط فتقل سرعة المحرك .

الأنواع الرئيسية للمغذيات :

تميز أنواع المغذيات عن بعضها البعض وفقا للاتجاه الذى يتحرك فيه خليط الوقود والهواء :

المغذى الذى يعمل بالسحب لأعلى : (شكل ١١٨)

فى شوط السحب يسحب الخليط لأعلى ليدخل غرفة الاحتراق . ويقع المغذى فى هذه الحالة أسفل مجمع السحب .

المغذى الأفقى : (شكل ١١٩)

يسرى الخليط من المغذى إلى غرفة الاحتراق فى الاتجاه الأفقى . وفى هذه الحالة يكون المغذى ومجمع السحب فى مستو واحد .

المغذى الذى يعمل بالسحب لأسفل : (شكل ١٢٠)

يسرى الخليط لأسفل ليدخل غرفة الاحتراق . ويقع المغذى فى هذه الحالة فوق مجمع السحب .

(ب) الترتيبات الخاصة فى المغذى

ترتيبة سرعة التباطؤ :

عند سرعات المحرك المنخفضة ، وخاصة فى ظروف التشغيل بدون حمل ، يجب أن يجهز فى المغذى الحجم الصحيح من خليط الوقود والهواء ، وتغذى به غرف الاحتراق . وعندما ينغلق الصمام الخانق يصبح سريان الهواء ضئيلا بحيث لا يتمكن من سحب الكمية اللازمة من الوقود من المنفث المعتاد (الرئيسى) . وهذا هو السبب فى وضع منفث خاص لسرعة التباطؤ فى مستوى الصمام الخانق (شكل ١٢١) .

وفى هذه الحالة ، عندما ينغلق الصمام الخانق لا يصبح مفتوحا فى مجمع السحب غير ثغرة ضيقة تسمح للهواء بالمرور من خلالها . وهكذا يتولد سحب شديد يحمل معه الوقود من منفث سرعة التباطؤ . والخليط المسحوب بهذه الكيفية يكفى لجعل المحرك يدور عندما لا يكون محملا بحمل .

ويمكن تغيير ظروف دوران المحرك بسرعة التباطؤ عن طريق مسمار الضبط المقلوظ .

التحكم فى دوران المحرك بسرعة التباطؤ :

ينبغى إعادة ضبط ترتيبة دوران المحرك بسرعة التباطؤ بعد فترات زمنية منتظمة ، وخاصة عندما يفشل المحرك فى الدوران بانتظام فى ظروف التشغيل بدون حمل . وكقاعدة عامة لا يمكن أداء ذلك إلا بعد بلوغ المحرك درجة حرارة التشغيل المعتادة . وأول خطوة فى عملية الضبط هى ضبط المسمار المقلوظ المركب فى جسم المخنق بحيث تزداد سرعة التباطؤ التى يدور بها المحرك . وبعد ذلك يجب ربط مسمار التحكم فى سرعة التباطؤ حتى نهايته . ونتيجة لذلك لا يدور المحرك بانتظام . ثم يفك رباط هذا المسمار تدريجيا ببطء حتى يدور المحرك بسلاسة ، ويمكن الحصول على سرعة أقل لدوران المحرك بتدوير المسمار العلوى .

ترتيبة بدء الحركة :

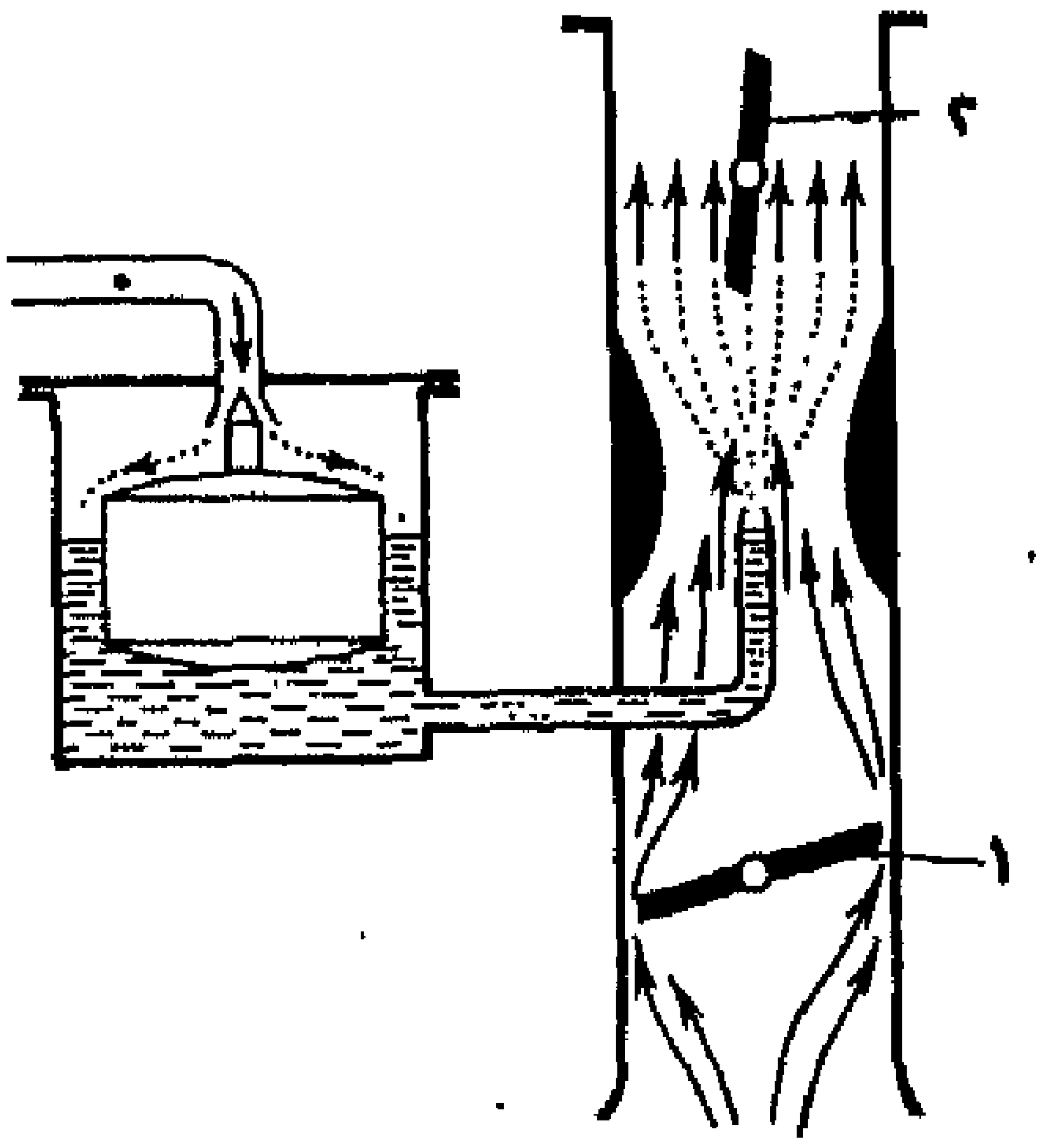
عندما يكون المحرك باردا فمن النادر أن يتمكن من الاشتعال دون الاستعانة بوسيلة لبدء الحركة . ويرجع ذلك إلى أن المحرك لم يكتسب بعد – وهو بارد – درجات الحرارة اللازمة

لتغويز الوقود (أى تحويله إلى غاز) . ومن ثم تترسب جزئيا المكونات الزيتية للوقود ، التى يحتويها الخليط ، على جدران مجمع السحب ، وبالتالى يصبح الخليط شديد الافتقار . وبالإضافة إلى ذلك فإن عدد لفات العمود المرفقى يكون صغيرا نسبيا عند بدء الحركة بحيث يصبح الخليط الغازى الناشئ مفتقرا .

وللتغلب على هذه العيوب توضع بالمغذى ترتيبات مختلفة . منها :

صمام بدء الحركة :

أكثر ترتيبات بدء الحركة استخداما هو صمام بدء الحركة . وهو عبارة عن ترتيبة (وسيلة) تنظيم تقع أمام الفوهة داخل مجمع السحب ، كما هو موضح فى الشكل (١٢٢ . وإذا كان هذا الصمام فى وضع التشغيل (مغلقا) ، ينشأ سريان شديد للهواء فى المنفث الرئيسى يسحب معه الوقود الكافى . وبذلك يصبح الخليط شديد الغنى بالوقود . ويجب أن ينفتح صمام بدء الحركة بمجرد دوران المحرك وإلا أضر الخليط المستوفر بالمحرك أو سبب اشتعال المغذى .



شكل (١٢٢) : صمام بدء الحركة
١ — صمام بدء الحركة
٢ — الصمام الخانق

مغذى بدء الحركة الإضافى :

تزود المحركات الحديثة بمغذيات رئيسية تلحق بها مغذيات إضافية يشغلها سائق الجرار عن طريق كبل (سلك) تحكم . ويوجد مغذى بدء الحركة الإضافى الأوتوماتى داخل المغذى الرئيسى ، ويستمد وقوده من غرفة العوامة . ولبدء الحركة ينبغى دائما أن يكون الصمام الخانق مغلقا مع فتح مغذى بدء الحركة الإضافى .

ونظرا لاتساع مجالات استخدام محركات الاحتراق الداخلى وتنوعها ، فقد ظهرت فى صناعة المركبات أنواع عديدة من المغذيات . ويحتوى كتيب إرشادات التشغيل ، الذى يسلمه المصنع المنتج لمشترى الجرار ، على الوصف التفصيلى للمغذى المركب بالجرار المشترى .

(ج) تنظيف المغذى :

قد يستدل على اتساخ المغذى بالدوران غير المنتظم للمحرك ، فضلا عن الانخفاض فى قدرته . ويجب ، كقاعدة عامة ، تنظيف المغذى عند إجراء الصيانة الدورية . ولفك المغذى ينبغى فك مواسير الوقود أولا . وعند إجراء ذلك يجب العناية بعدم إتلاف الحشيات (الجوانات) أو فقدها . ثم يفك كل من الوصلة التى تشغل بوساطة دواسة المعجل ، وكبل التحكم فى صمام بدء الحركة . وبعد ذلك تفك المسامير المقلوظة التى تثبت الشفة (الفلانشة) الحاملة للمغذى بكتلة المحرك .

ويجب عدم إتلاف الحشيات المخلوعة نتيجة الفك . وفى أنواع كثيرة من المغذيات يشتمل المغذى على مرشح وقود . وفى هذه الحالة يجب خلع هذا المرشح وتنظيفه بعناية . وعلاوة على ذلك تخلع العوامة ويتم التخلص من الماء والجسيمات الغريبة المتجمعة فى غرفتها . ويجب نفخ جميع الفتحات والتجاويف بالهواء المضغوط .

وينبغى كذلك فك المنافث وتنظيفها بالهواء المضغوط أو بشعر ذيل الفرس أو عرفه . ويحظر على الإطلاق استخدام الأسلاك أو الإبر لهذا الغرض حتى لا تتسع مسالك المنافث فتتلف .
ويجب تنظيف جميع الأجزاء المتحركة فى المغذى بعناية ، ومراجعتها للتأكد من عدم تآكلها ، واستبدالها إذا لزم الأمر . ويوضح الشكل ١٢٣ المغذى مكفكا .

وعند تجميع المغذى وتركيبه يجب تركيب العدد اللازم من الحشيات ، على أن تكون جميعها فى حالة جيدة . ويجب ضبط وصلة التحكم ، التى تشغل بوساطة دواسة المعجل ، بعناية فائقة بحيث ينفتح الصمام الخانق وينغلق بالكامل . وتوضع بالأنواع العديدة من المغذيات علامات لتسهيل هذا الضبط . وينبغى ربط مسامير تثبيت الشفة (الفلانشة) بالتناوب حتى لا تنكسر أو تعوج . ويضبط صمام بدء الحركة بحيث يسمح بخلوص حوالى ٣ م عند زر بدء الحركة .

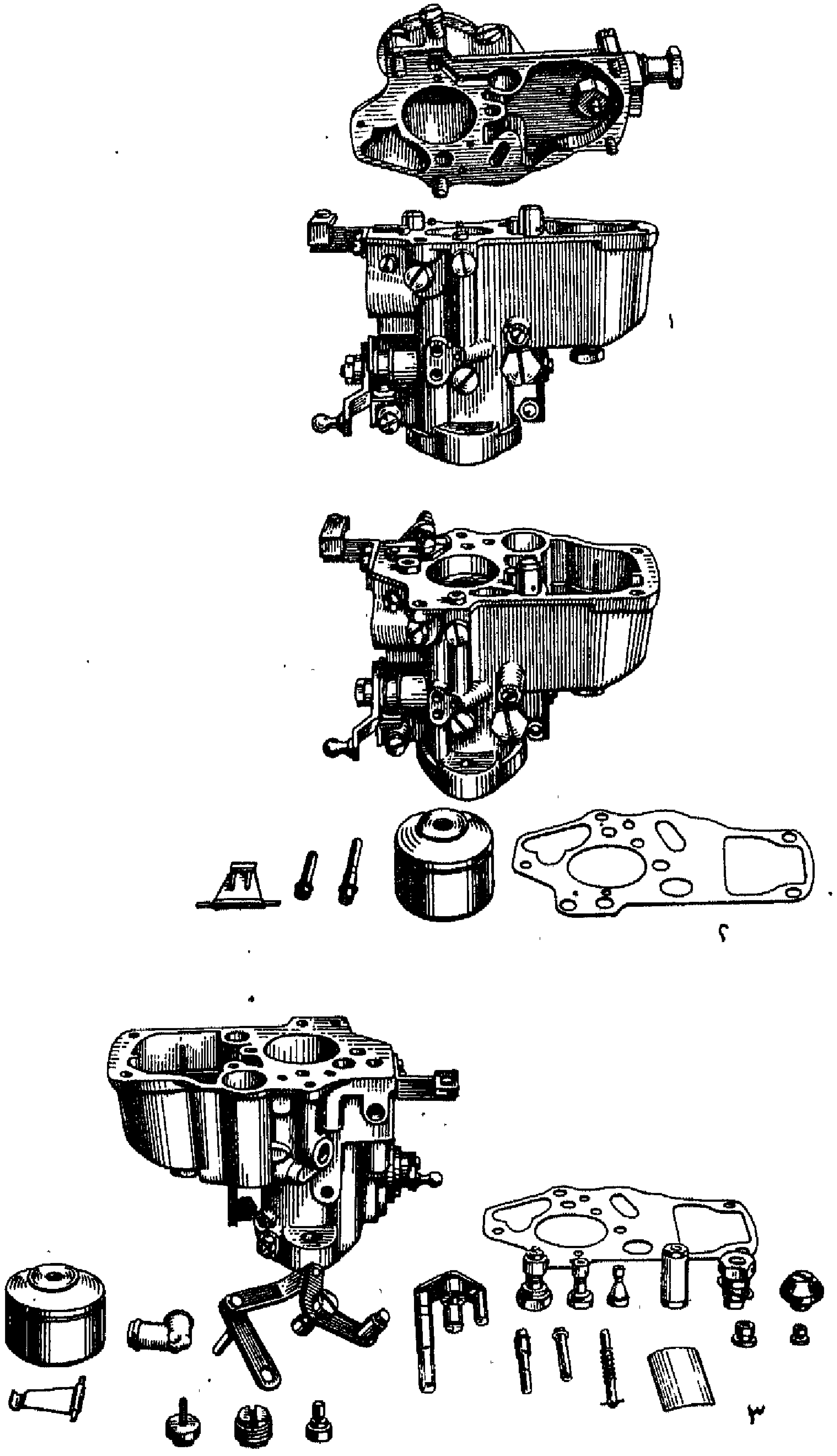
(د) ملاحظات تتعلق بالصيانة والإصلاح :

١ — لا يسمح بإجراء إصلاح رئيسى للمغذى إلا إذا تآكلت أجزاؤه المتحركة . وأفضل إجراء فى هذه الحالة هو استبدال أجزاء جديدة بالأجزاء التالفة أو المتآكلة .

وعند استبدال المنافث يجب التأكد من استخدام منافث جديدة لها المقاس نفسه ، لأن المنفث ذا المقاس الأكبر يعطى خليطا أغنى نسبيا ، بينما يعطى المنفث ذو المقاس الأقل خليطا أفقر نسبيا .

ويقصد بمقاس المنفث قطر فتحته بالمليمترات مضروبا فى ١٠٠ . وفى حالة المنافث طراز سولكس « Solex » يذكر مقدار تدفق الوقود فى وحدة الزمن . وعند اختبار المنفث الرئيسى يجب مراعاة القاعدة التالية :

شكل (١٢٣) : المغذى مفككا .



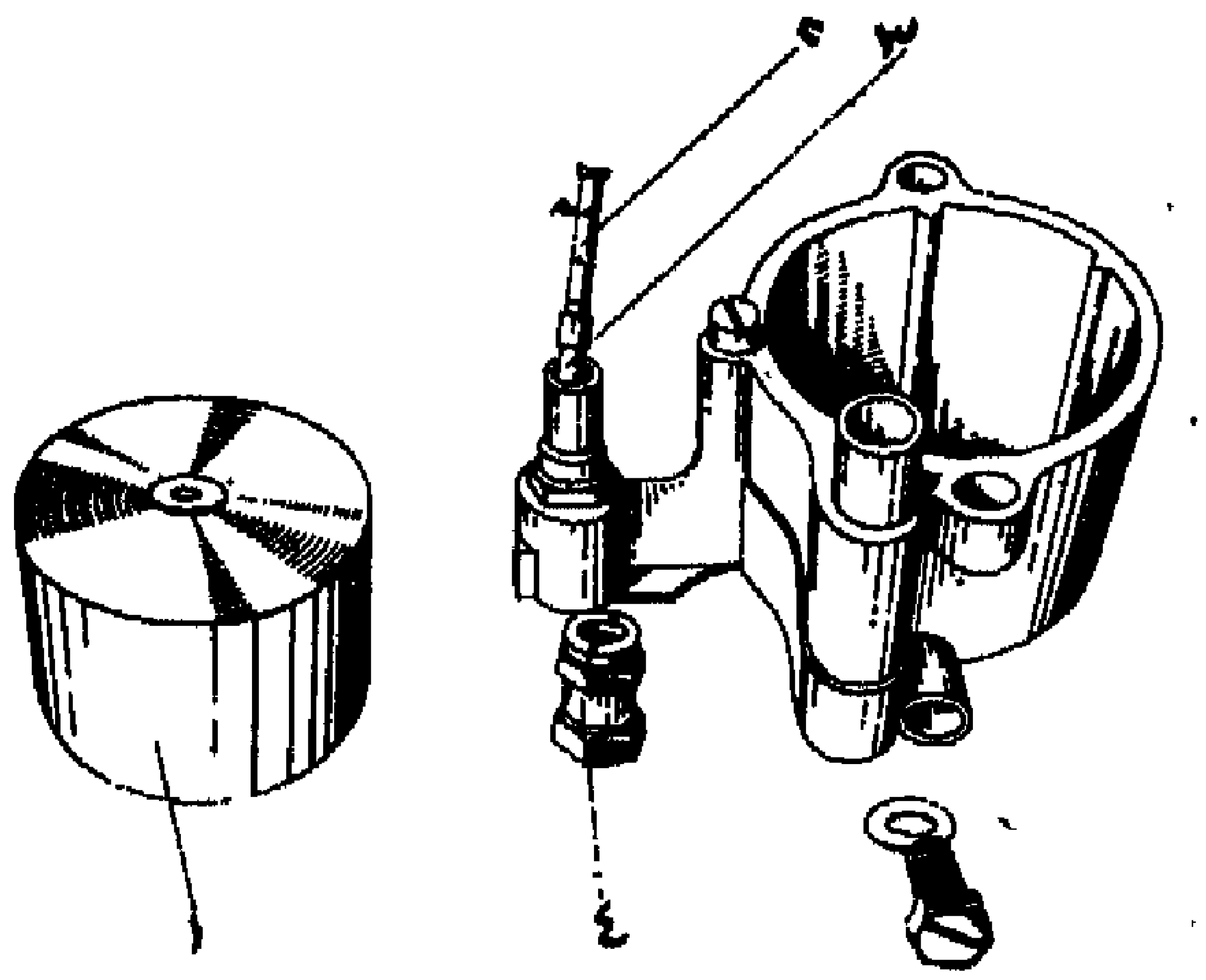
مقاس المنفث	الخليط	حالة (سلوك) المحرك	شمعة الشرر (البوجيه)
صغير جدا	مفتقر	يسخن أكثر من اللازم ويحدث إشعال مرتد (عطس) بالمغذى	تبدو منصهرة أو محترقة (بلون أبيض)
كبير جدا	شديد الغنى	تزيد سرعته عندما يكون الصمام الخانق مغلقا ، ويحدث نقر (تصفيق) فى ماسورة العادم	تتسخ ويكون لونها بنيا داكنا
مضبوط	معتدل	يدور بانتظام وسلاسة	تظهر جافة وبلون بنى فاتح

٢ – يمنع منعا باتا توسيع المنافث بموسعات الثقوب (البراغى)

٣ – يمكن ضبط مستوى الوقود فى المنفث ، إذا كان شديد الارتفاع أو شديد الانخفاض ، وذلك بوضع العدد المناسب من الرقائق (ينخفض المستوى المعتاد عن نهاية المنفث بمقدار ٢ – ٣ مم) . ويمكن مراجعة مستوى الوقود فى المنفث بعد تفريغ المبيت وإزالة أنبوب فنتورى . بذلك يمكن الوصول إلى المنفث ونفخ الهواء خلال كل من المنفث والمبيت . وبعد الملء بوقود جديد يمكن قياس مستوى الوقود (البنزين) عند المنفث (شكل ١٢٤) .

شكل (١٢٤) : غرفة العوامة (طرز سولكس)

١ – العوامة
٢ – المنفث
٣ – حامل المنفث
٤ – غطاء المنفث



٧ – معدات الحقن بالوقود فى المحرك الديزل :

(أ) التصميم وطريقة العمل :

خلافا للمحركات البنزين ، فإن المحركات الديزل تسحب إلى غرف الاحتراق بها هواء نقيا يضغط فيها بنسبة انضغاط عالية . وتتولد عن هذه العملية كمية ملحوظة من الحرارة . وفى نهاية شوط الانضغاط يحقن الوقود السائل تحت ضغط عال ، عن طريق فوهات الحقن ،

فيختلط الوقود المذرى بالهواء الساخن ويشتعل الخليط تلقائيا وفقا للظروف المهيأة داخل غرف الاحتراق .

ولكفالة احتراق الوقود احتراقا تاما وسريعا ، يلزم الإمداد بكمية وفيرة من الهواء ، وخلط الوقود خلطا جيدا بالهواء المضغوط الموجود فى غرف الاحتراق . ويتم تحقيق ذلك بالتحكم فى شكل غرفة الاحتراق وطريقة الحقن .

أنواع غرف الاحتراق :

توجد عمليا خمسة أشكال نمطية مألوفة لغرف الاحتراق . وكلها مستخدمة على نطاق واسع فى صناعة الجرارات ، وترتبط بطرق الحقن التالية .

- طريقة الحقن المباشر .
- طريقة الحقن فى غرف الاحتراق المتقدم .
- طريقة الحقن فى الغرفة الدوامية .
- طريقة الحقن فى الغرفة ذات الخلية الهوائية .
- طريقة الحقن فى غرفة الاحتراق الكروية المركزية .

طريقة الحقن المباشر :

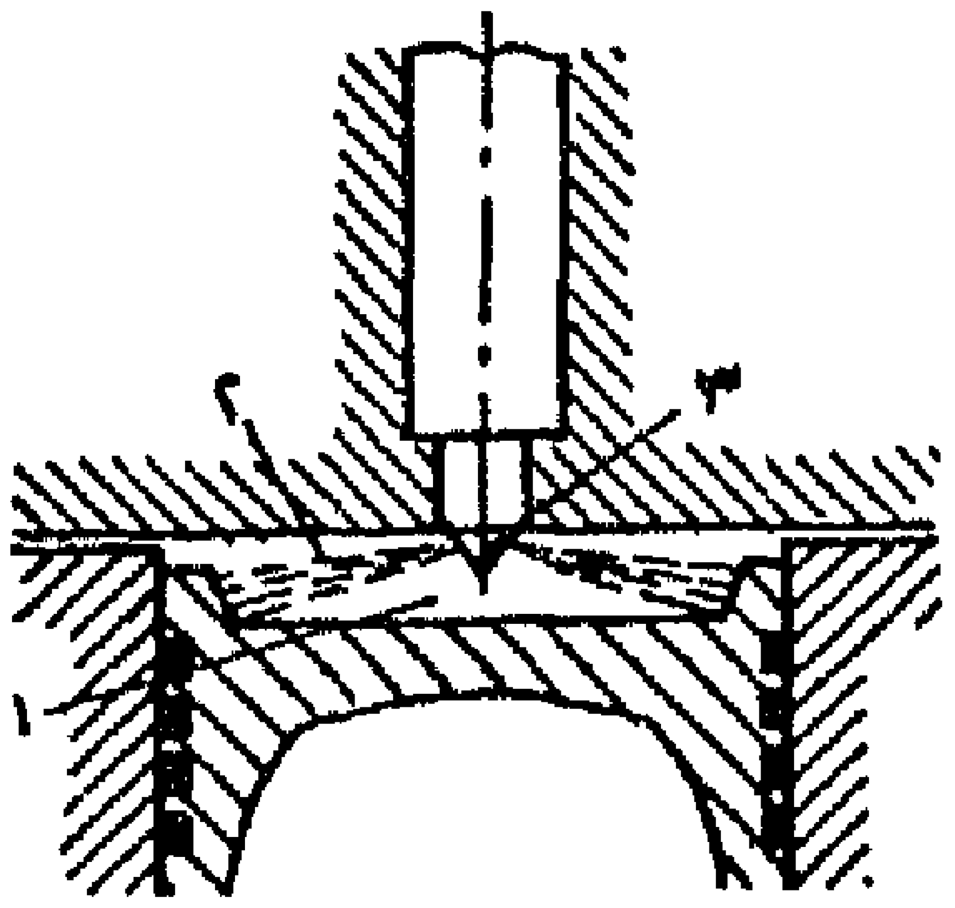
يدل هذا المصطلح ، المتفق عليه عمليا إلى حد كبير ، على أن الوقود يحقن مباشرة فى غرفة الاحتراق على هيئة سائل دون حاجة إلى تيار هوائى لحمله إليها . وتتكون غرفة الاحتراق فى هذه الحالة من الجزء العلوى للاسطوانة وتجويف قدحى الشكل فى رأس (تاج) الكباس (شكل ١٢٥) .

وتركب فوهة الحقن فى منتصف رأس الأسطوانة . وهى عبارة عن فوهة متعددة الفتحات (المنافث) تحقن الوقود عن طريق منافث (عددها من أربعة إلى سبعة) موجهة جانبيا فى غرفة الاحتراق . وحيث أن غرفة الاحتراق بهذا الشكل تفشل عمليا فى إحداث أية حركة دوامية فى الهواء المضغوط لذلك فإن الوقود لا يتيسر له الاختلاط بالهواء المضغوط إلا بالتذرية . ويتطلب ذلك ، على أية حال ، ضغط حقن كبير يتراوح بين ١٣٠ ضغطا جويا وبين ٣٠٠ ضغطا جويا .

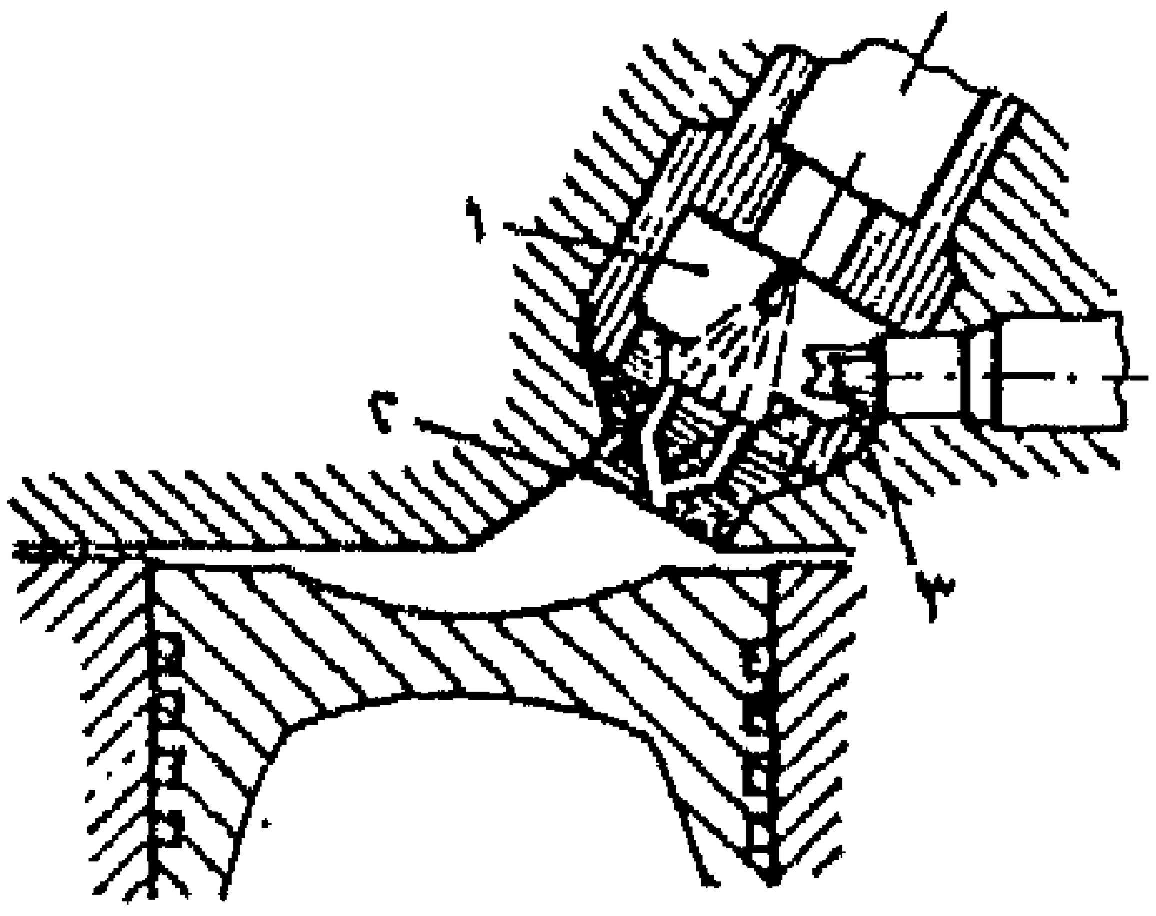
والمحركات بهذا التصميم لا يمكن الحصول منها على سرعات دوران عالية محددة ، إلا أنها تتميز بقلة استهلاك الوقود وبساطة التصميم والتركيب .

طريقة الحقن فى غرفة الاحتراق المتقدم :

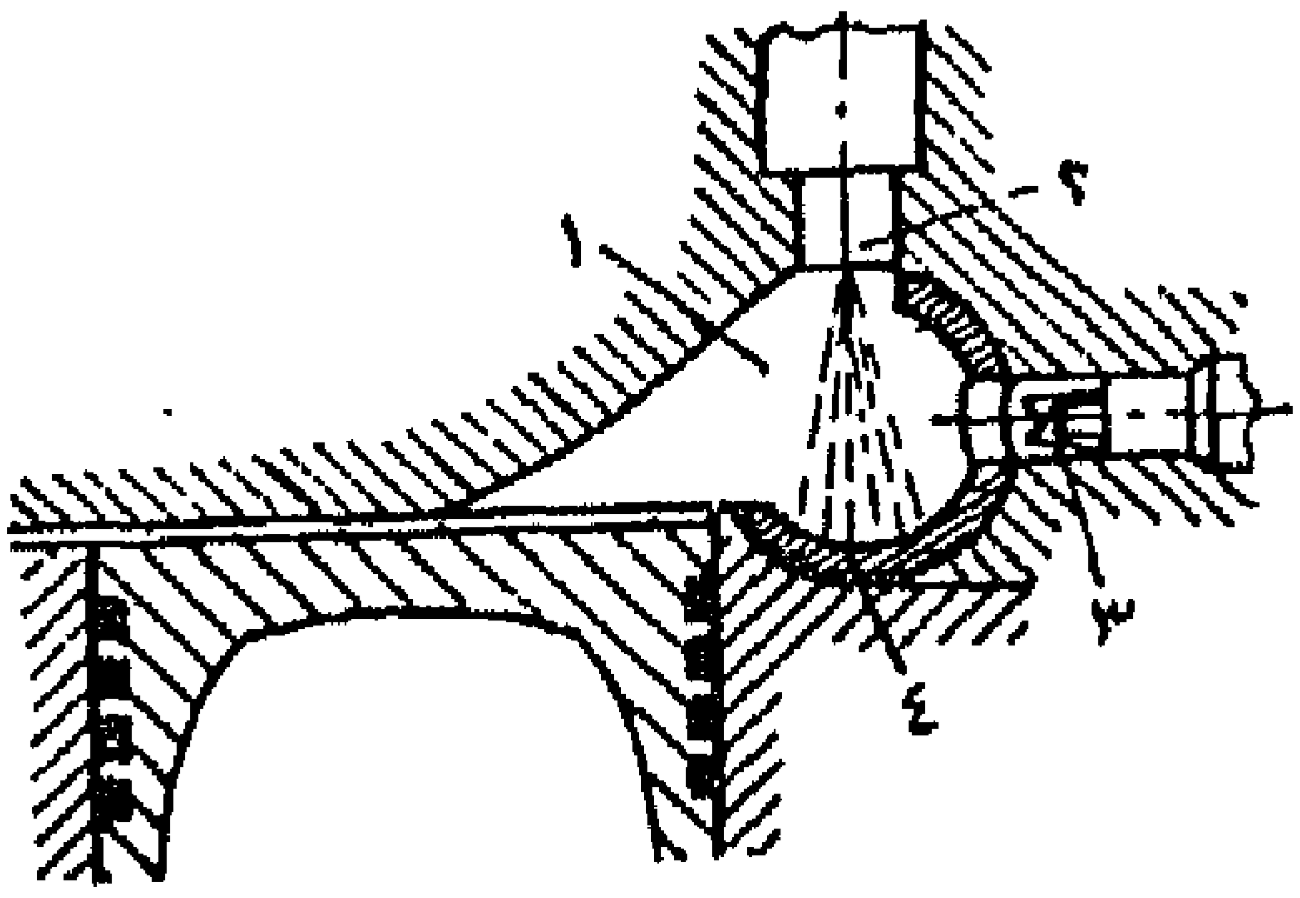
يتبين من الشكل ١٢٦ أن غرفة الاحتراق المتقدم متصلة بغرفة الاحتراق الرئيسية عن طريق فتحات للتصريف . وتتلقى غرفة الإحتراق المتقدم حوالى نصف الهواء اللازم للاحتراق .



شكل (١٢٥) : طريقة الحقن المباشر
١ – التجويف القدحي الشكل فى رأس الكباس
٢ – غرفة الاحتراق
٣ – فوهة الحقن



شكل (١٢٦) : طريقة الحقن فى غرفة الاحتراق المتقدم
١ – غرفة الاحتراق المتقدم
٢ – فتحة التصريف
٣ – شمعة التسخين (الشمعة المتوهجة)



شكل (١٢٧) : طريقة الغرفة الدوامية
١ – الغرفة الدوامية
٢ – الفوهة ذات المحور الرأسى
٣ – شمعة التسخين
٤ – وعاء التسخين (القشرة المتوهجة)

ويحقن الوقود فى غرفة الاحتراق المتقدم من خلال فوهة الحقن تحت ضغط يتراوح بين ٦٠ ضغطا جويا وبين ١٥٠ ضغطا جويا ، بحيث يمكنه الاختلاط بالهواء الموجود فى هذه الغرفة . ولا يحترق الوقود إلا جزئيا ، لأن حجم الهواء فى الغرفة لا يكون كافيا لإحراق كمية الوقود المحقونة. ويتسبب الارتفاع فى الضغط – نتيجة الاشتعال – فى اندفاع الغاز المحترق من غرفة الاحتراق المتقدم ، مصطحبا معه الوقود غير المحترق ، إلى غرفة الاحتراق الرئيسية بسرعة عالية . و بالتالى يختلط الوقود بالهواء بسرعة وبشكل تام بحيث يكتمل الاحتراق .

وقد أثبتت طريقة الحقن فى غرفة الاحتراق المتقدم صلاحيتها وفاعليتها فى إتمام الاحتراق بمعدل عال يكفى لتمكين المحركات من العمل فى نطاق واسع من السرعات . ومع ذلك فإن استهلاك الوقود فى هذه الطريقة أكبر منه فى طريقة الحقن المباشر بحوالى ١٥ ٪

طريقة الحقن فى الغرفة الدوامية :

يكبس الحجم الكلى للهواء ، والذى يسحبه الكباس ، تقريبا فى غرفة دوامية كروية الشكل تقع على أحد جانبى الكباس (شكل ١٢٧) ، مما يحدث فى الهواء حركة دوامية شديدة .

وتركيب فوهة الحقن بحيث تحقن نفثا مركزا من الوقود فى الغرفة الدوامية تحت ضغط حوالى ١٠٠ ضغط جوى . وتزود الغرفة الدوامية بوعاء تسخين (قشرة متوهجة) تعمل بمثابة مجمع (مركم) للحرارة . وقد ثبتت فعالية هذا الوعاء فى تسخين هواء الاحتراق .

طريقة الحقن فى الغرفة ذات الخلية الهوائية :

تقسم غرفة الاحتراق الكلية إلى قسمين ، هما : الغرفة الرئيسية ، والخلية الهوائية الجانبية التى يكبس فيها جزء من حجم الهواء فى أثناء الانضغاط .

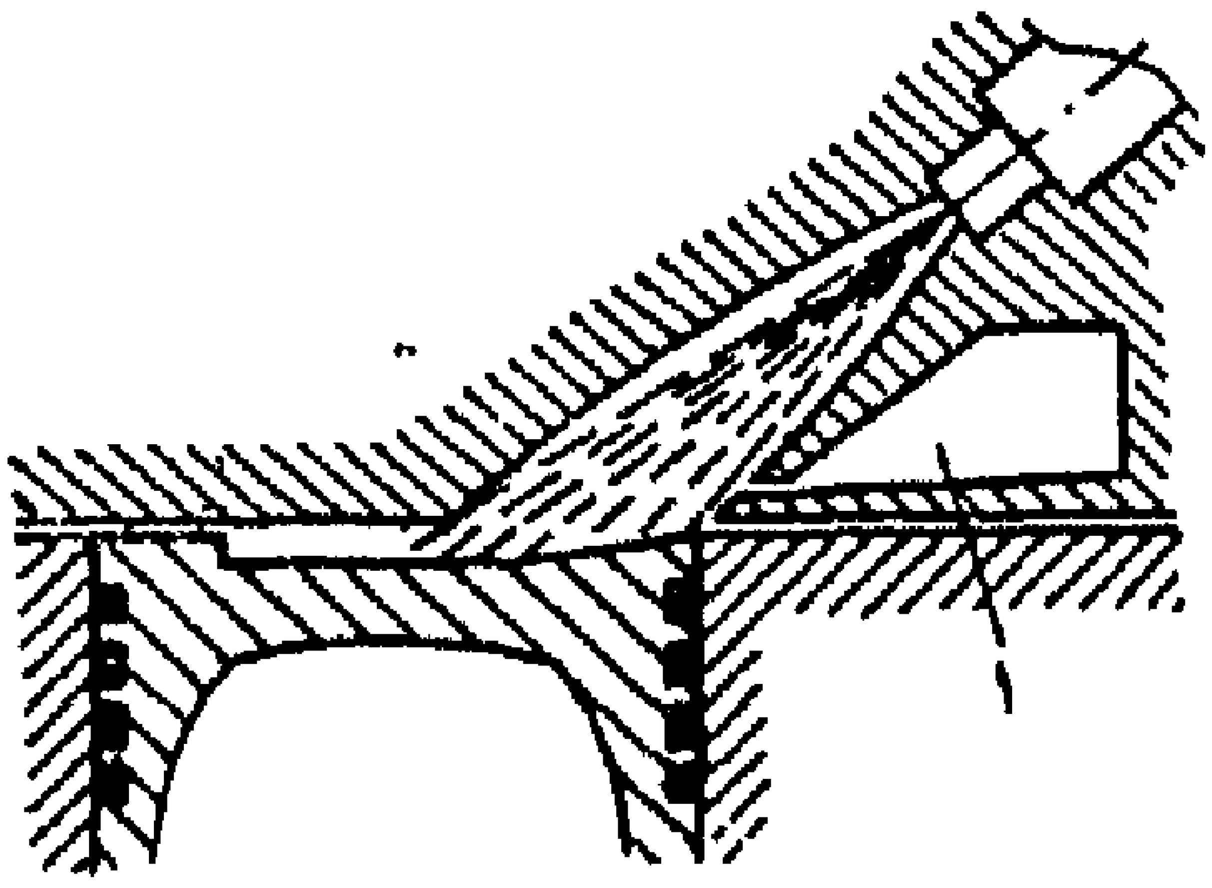
وتركب فوهة الحقن بحيث يمكن للوقود النفاذ إلى الغرفة الرئيسية ، حيث يحترق فيها جزئيا (الشكل ١٢٨) .

وبهذه الكيفية تحترق أجزاء من الوقود فى الخلية الهوائية فتسبب ارتفاعا إضافيا فى الضغط . ولا تحدث هذه العملية قبل ترك الكباس للنقطة الميتة العليا ؛ بحيث يمكن اعتبارها عملية احتراق تدريجى . ويقع الضغط اللازم لحقن الوقود بين ٨٠ ضغطا جويا ، وبين ١٠٠ ضغط جوى .

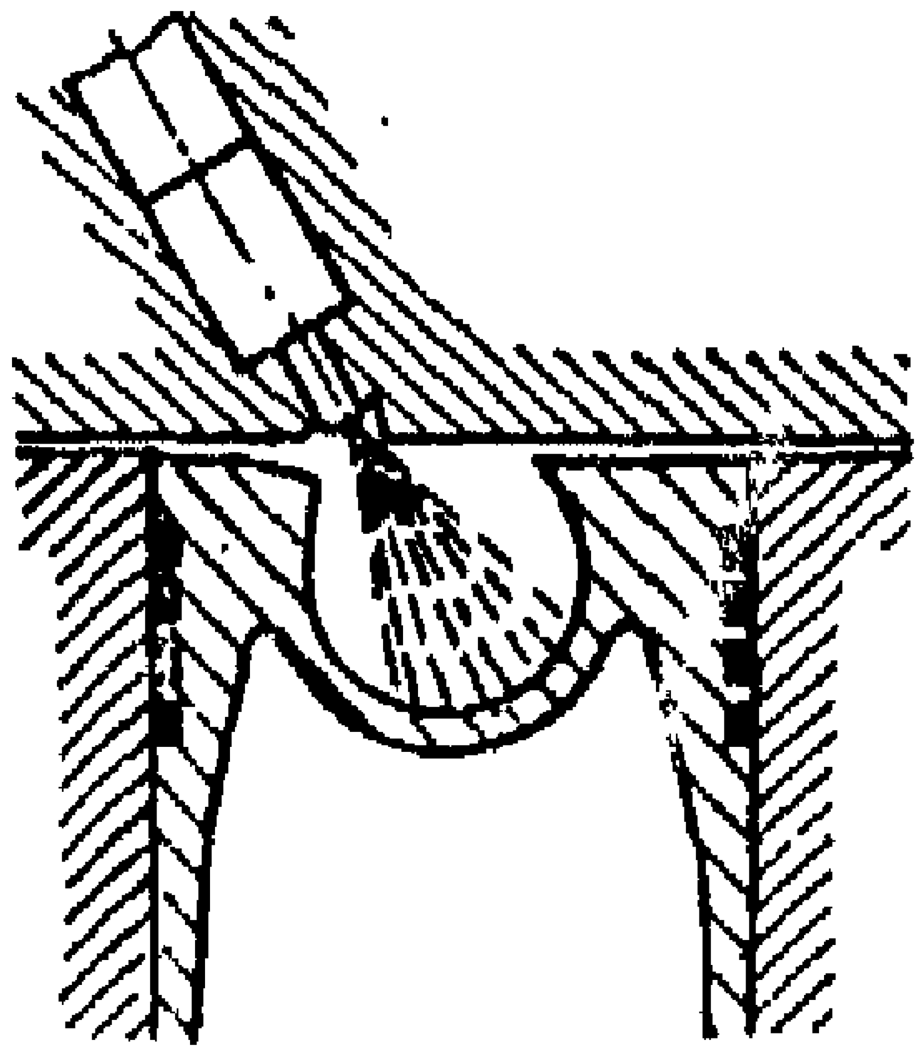
طريقة الحقن فى غرفة الاحتراق الكروية المركزية :

السمة التقليدية لهذا التصميم هى وجود غرفة احتراق كروية الشكل فى منتصف رأس الكباس . ويحقن الوقود من خلال فوهة حقن ذات منفثين (فتحتين) تحت ضغط حوالى ١٧٥ ضغطا جويا بحيث يوجه الحقن فى اتجاه مركز الغرفة الكروية (الشكل ١٢٩) . ويمر نفث الوقود خلال غرفة الاحتراق دون الاختلاط بالهواء . فيصطدم بجدار الغرفة الكروية مكونا عليها طبقة رقيقة من الوقود .

وتتبخر هذه الطبقة الرقيقة من الوقود نتيجة لارتفاع درجة حرارة الكباس ، فيختلط الغاز بالهواء المتحرك بحركة دوامية . ويحترق الخليط . ولكفالة الحصول على حركة فعالة للهواء

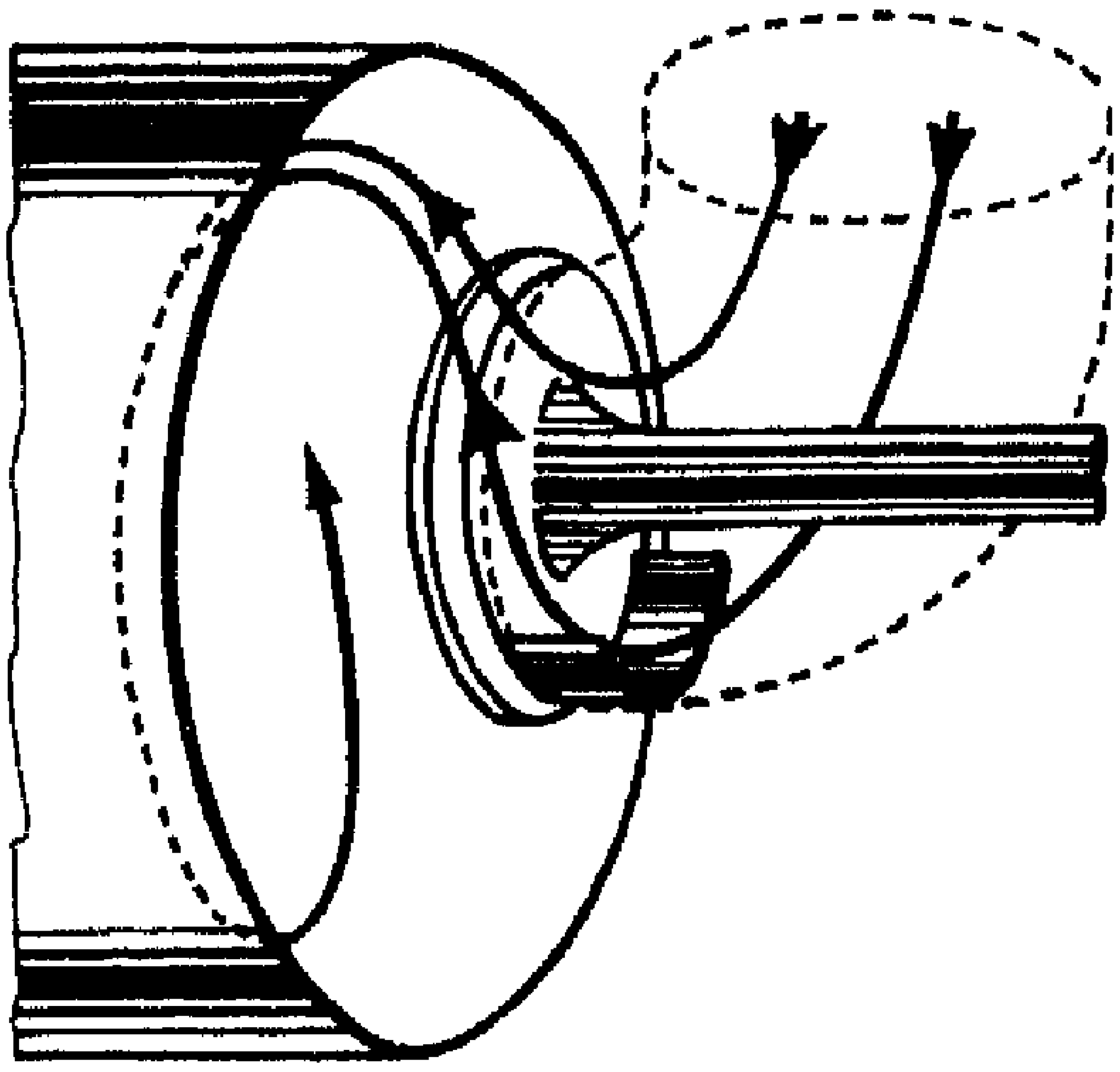


شكل (١٢٨) : طريقة الحقن فى الغرفة ذات الخلية الهوائية
١ — الخلية الهوائية الجانبية

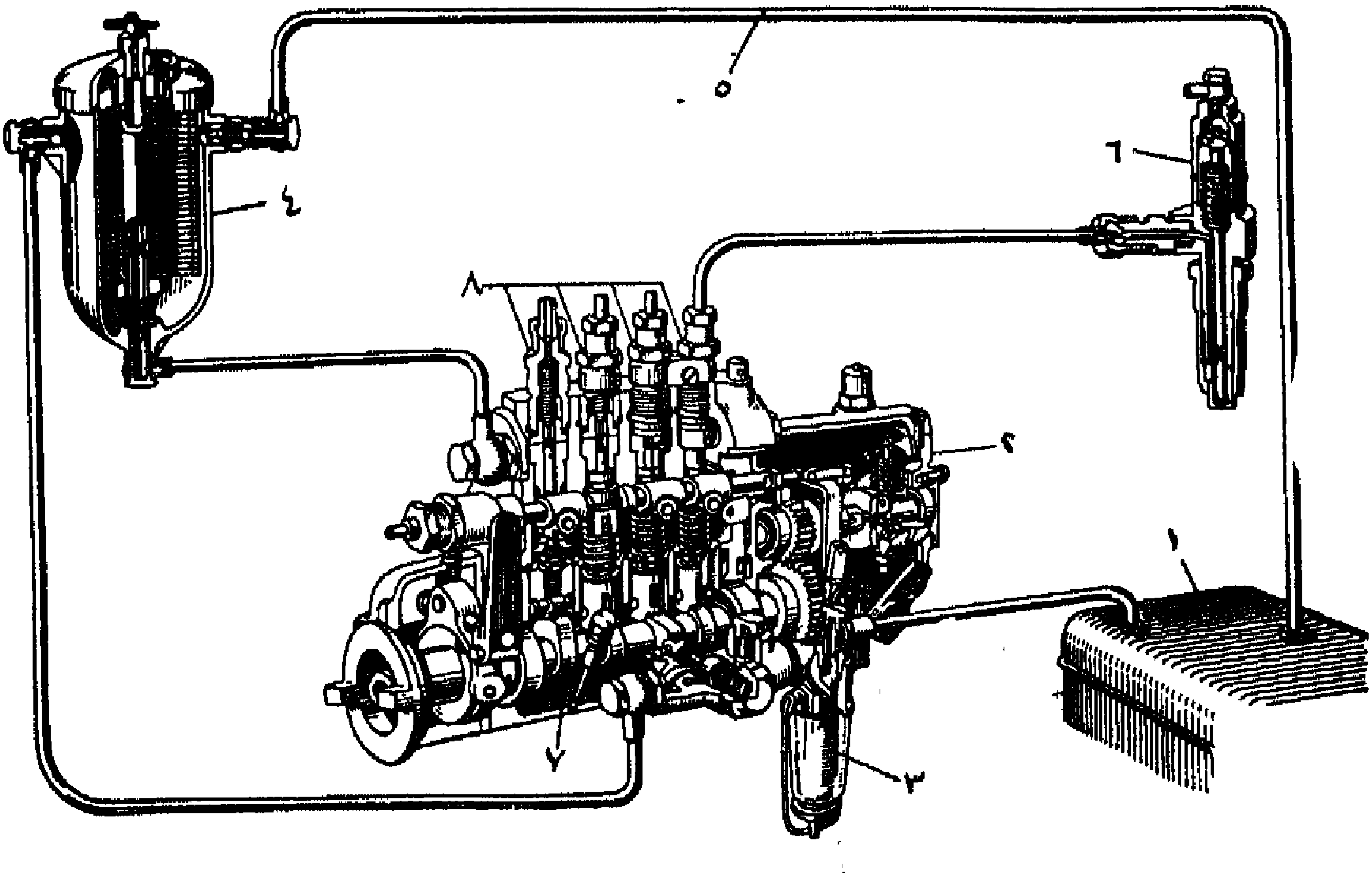


شكل (١٢٩) : غرفة الاحتراق الكروية المركزية

يزود صمام السحب بحاجز حارف للهواء (الشكل ١٣٠) يحدث بالهواء المسحوب حركة دورانية (دوامية) .



شكل (١٣٠) : حاجز حارف للهواء يزود به صمام السحب



شكل (١٣١) : الدورة الكاملة لحقن الوقود فى المحرك الديزل

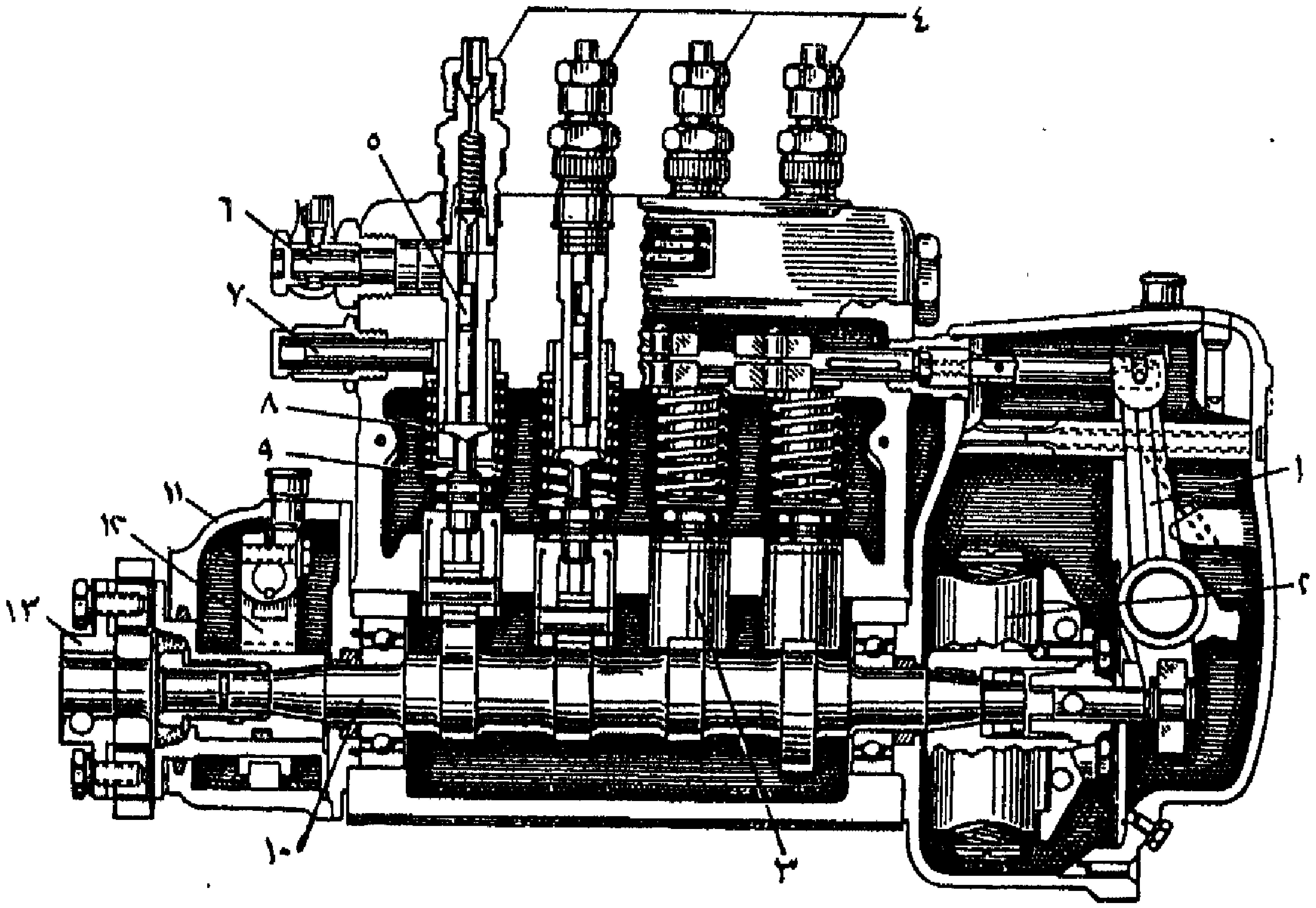
١ — خزان الوقـــود
٢ — مضخة الحقن
٣ — مضخة التغذية بالوقود وبها المرشح الابتدائى
٤ — المرشح الرئيسى
٥ — خط الوقود الفائض
٦ — فوهـــة الحقن
٧ — عمود الكامات الذى يوقت حركة وحدات (عناصر) الضخ .
٨ — وحدات (عناصر) الضخ

وتتسم المحركات ذوات غرف الاحتراق الكروية المركزية بسلاسة عملية الاحتراق ، وبالتالى سلاسة الدوران .

(ب) مضخة حقن الوقود :

يوضح الشكل ١٣١ دورة سريان الوقود حتى دخوله غرفة الاحتراق . وتسحب مضخة التغذية الوقود من الخزان إلى المرشح الرئيسى ، ومنه إلى مضخة الحقن .

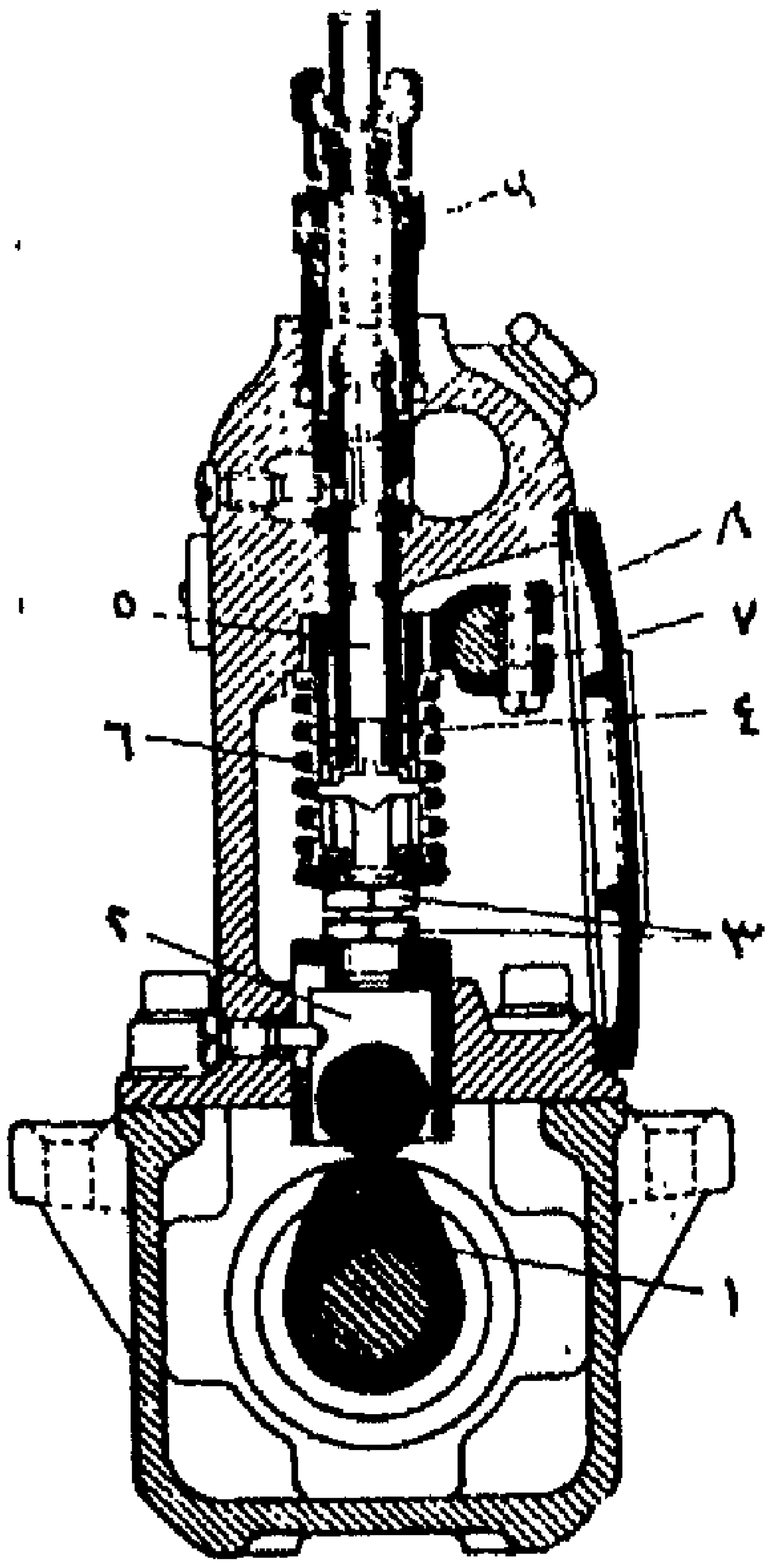
وتؤدى مضخة الحقن عدة وظائف معقدة تتطلب توافر أعلى درجات الدقة والخدمة (الصيانة) الجيدة الى يعول عليها . ويوضح الشكل ١٣٢ رسما تخطيطيا لمضخة الحقن التى تشتمل على وحدة ضخ لكل أسطوانة امن أسطوانات المحرك . وجميع وحدات الضخ تجمعها علبة واحدة ، ويمكن التحكم فيها بوساطة عمود الكامات وفقا لترتيب الاشتعال بالمحرك . وتتكون كل وحدة ضخ من أسطوانة تحتوى على دافعة وصمام تصريف (الشكل ١٣٣) . والتشغيل الصحيح لمضخة



شكل (١٣٢) : مضخة الحقن .

١ – ذراع الحاكم
٢ – الحاكم الطارد المركزى
٣ – الأصبع الغمازة الدلفينية الشكل
٤ – ماسورة تصريف الوقود العالية الضغط
٥ – وحدة (عنصر) ضخ
٦ – ماسورة التغذية بالوقود
٧ – جريدة الحاكم المسننة
٨ – ياى انضغاط
٩ – مسمار مقلوظ لضبط بدء التصريف
١٠– عمود الكامات
١١– علبة توقيت الحقن
١٢– جهاز (ترتيبة) التوقيت
١٣– شفة (فلانشة) القارنة

الحقن شرط أساسي للحصول من المحرك على قدرة مرضية وثابتة . ويجب على كل سائق جرار ، أو عامل جرار ، أن يعرف كيف تعمل المضخة ، وكيف يمكن ضبطها وصيانتها .



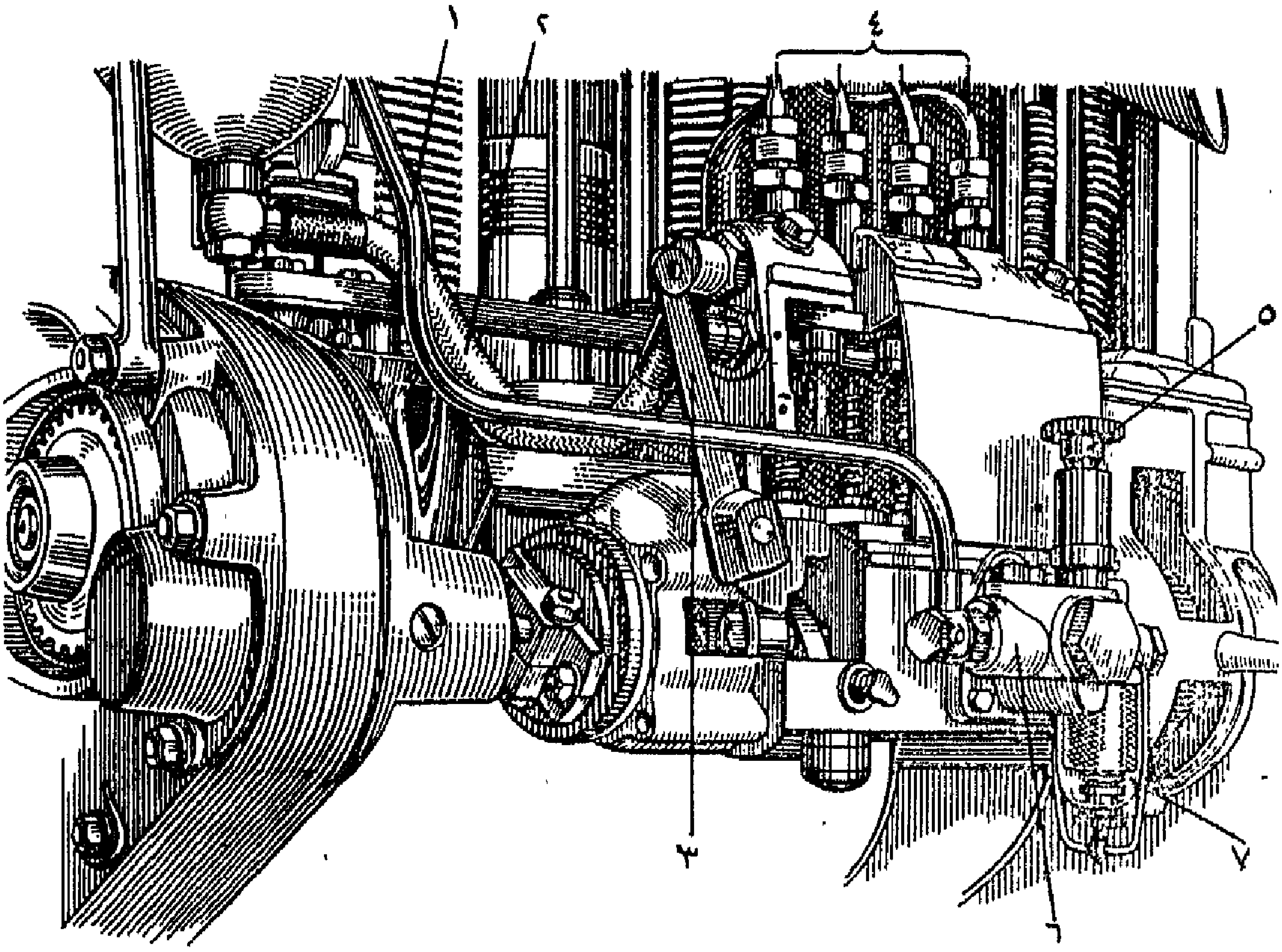
شكل (١٣٣) : وحـدة الضخ
١ — عمود الكامات
٢ — الأصبع الغمازة الدلفينية الشكل
٣ — مسمار مقلوظ لضبط بدء التصريف
٤ — أسطوانة
٥ — دافعة الضخ
٦ — ياى انضغاط
٧ — قطعة مسننة متحركة
٨ — جريدة الحاكم المسننة
٩ — صمام التصريف

طريقة عمل مضخة الحقن :

يستمد عمود الكامات ، الموجود فى الجزء السفلى من مضخة الحقن ، حركته من المحرك . وترفع الكامات الأصابع الغمازة الدلفينية الشكل لتحرك دافعات الضخ لتأدية شواط (مشوار) الصعود . ويظل طول الأشواط (المشاوير) فى الاسطوانة ثابتا (الشكل ١٣٤) .

ويدخل الوقود أو يحقن من خلال فتحتين فى جدار أسطوانة الضخ . أما قمة الأسطوانة فيسدها صمام التصريف ، حيث تتصل به ماسورة الضغط العالى التى تؤدى إلى فوهة الحقن (الشكل ١٣٥) .

وتحتوى الفوهة على صمام خاص يمنع الوقود من الارتداد (التنقيط) من خط (ماسورة) الضغط العالى عندما يتحرك كباس (دافعة) وحدة الضخ إلى أسفل . ولهذا الغرض توضع دافعة أخرى ، تسمى دافعة الصمام ، تحت مخروط الإحكام . وعندما يتهيأ صمام التصريف للانغلاق تنزلق دافعة الصمام داخل مبيته ، ومن ثم يزداد الحيز الموجود فوقها . وبهذه الكيفية يهبط بسرعة الضغط الناشئ فى الوقود — الموجود فى ماسورة الضغط العالى — وتغلق إبرة الفوهة فتحتها . وبذلك يمنع الوقود من التنقيط فى غرفة الاحتراق (شكل ١٣٦) بعد



شكل (١٣٤) : مضخة الحقن وهى مركبة فى المحرك

١ – ماسورة التغذية بالوقود الواصلة من مضخة التغذية بالوقود إلى المرشح الرئيسى

٢ – خرطوم الوقود الواصل من المرشح الرئيسى إلى مضخة الحقن .

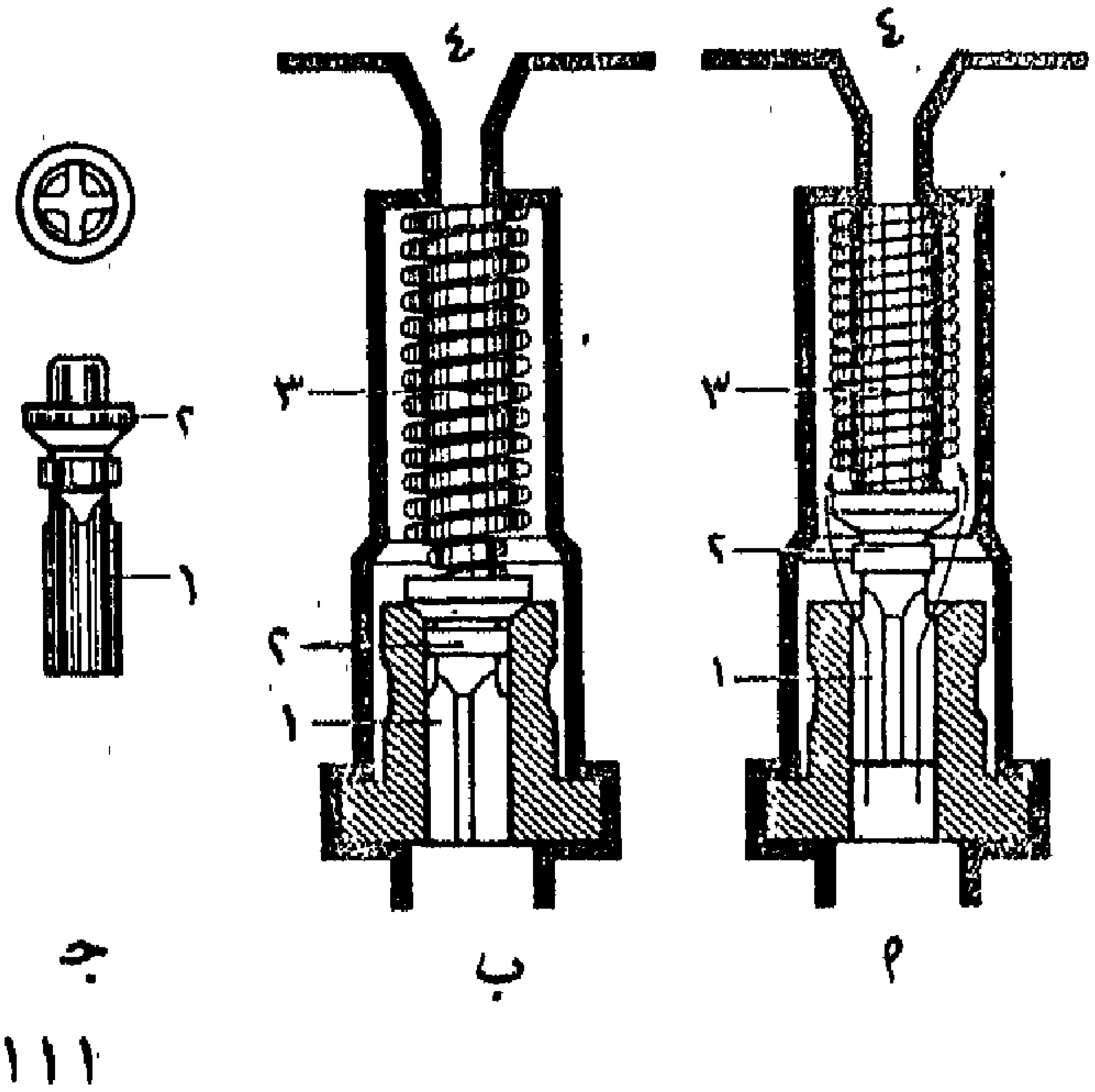
٣ – ذراع جهاز توقيت الحقن

٤ – مواسير التغذية بالوقود المؤدية إلى فوهات الحقن

٥ – مضخة الوقود اليدوية (التحضيرية) .

٦ – مضخة التغذية بالوقود

٧ – الوعاء الزجاجى للمرشح الابتدائى .



شكل (١٢٥) : رسم تخطيطى لصمام التصريف

(ا) وهو مفتوح

(ب) وهو مغلق

(ج) مخروط الإحكام

١ – أضلاع كأجنحة الفراشة

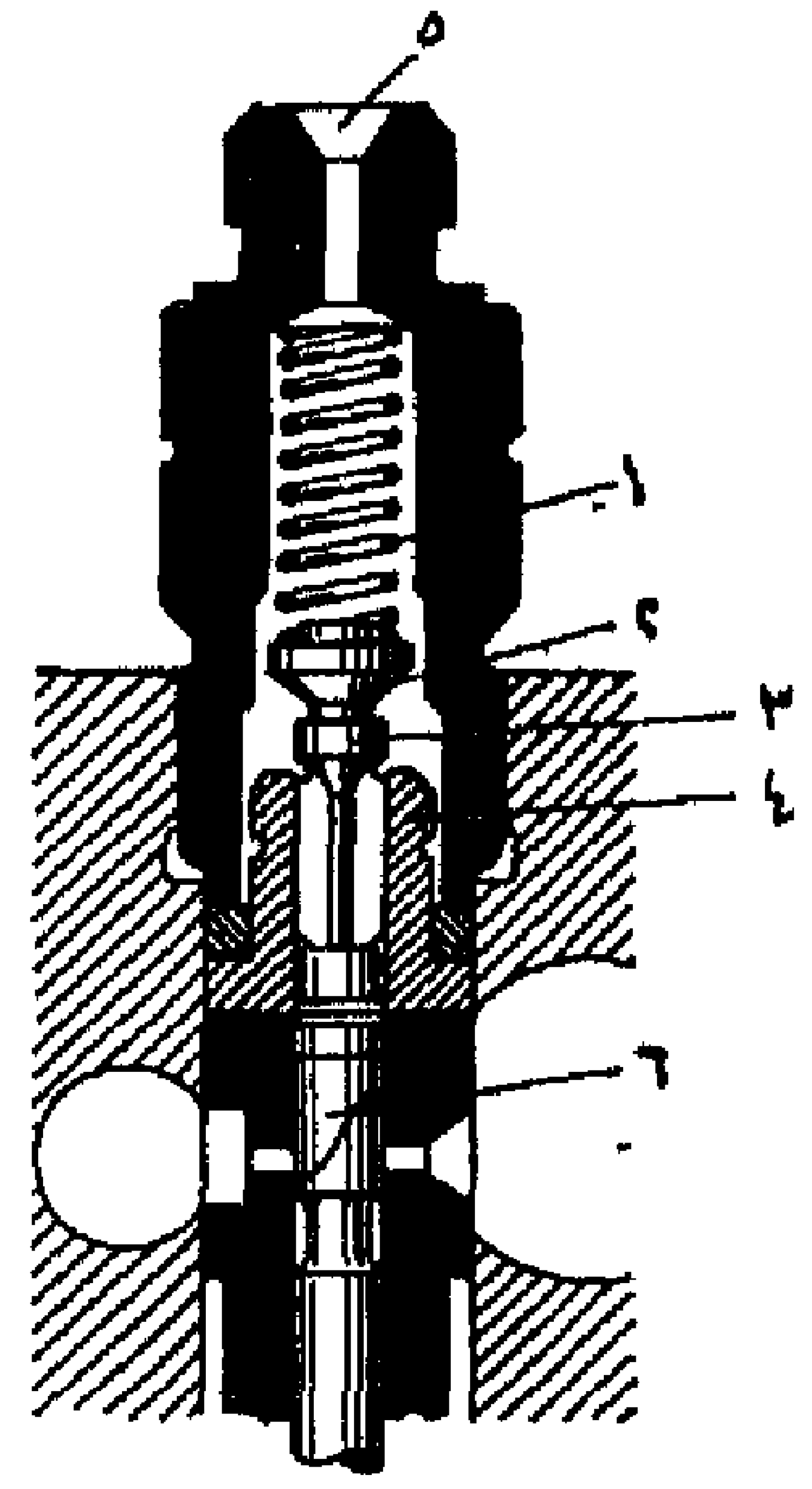
٢ – الدافعـــة

٣ – ياى الصمام

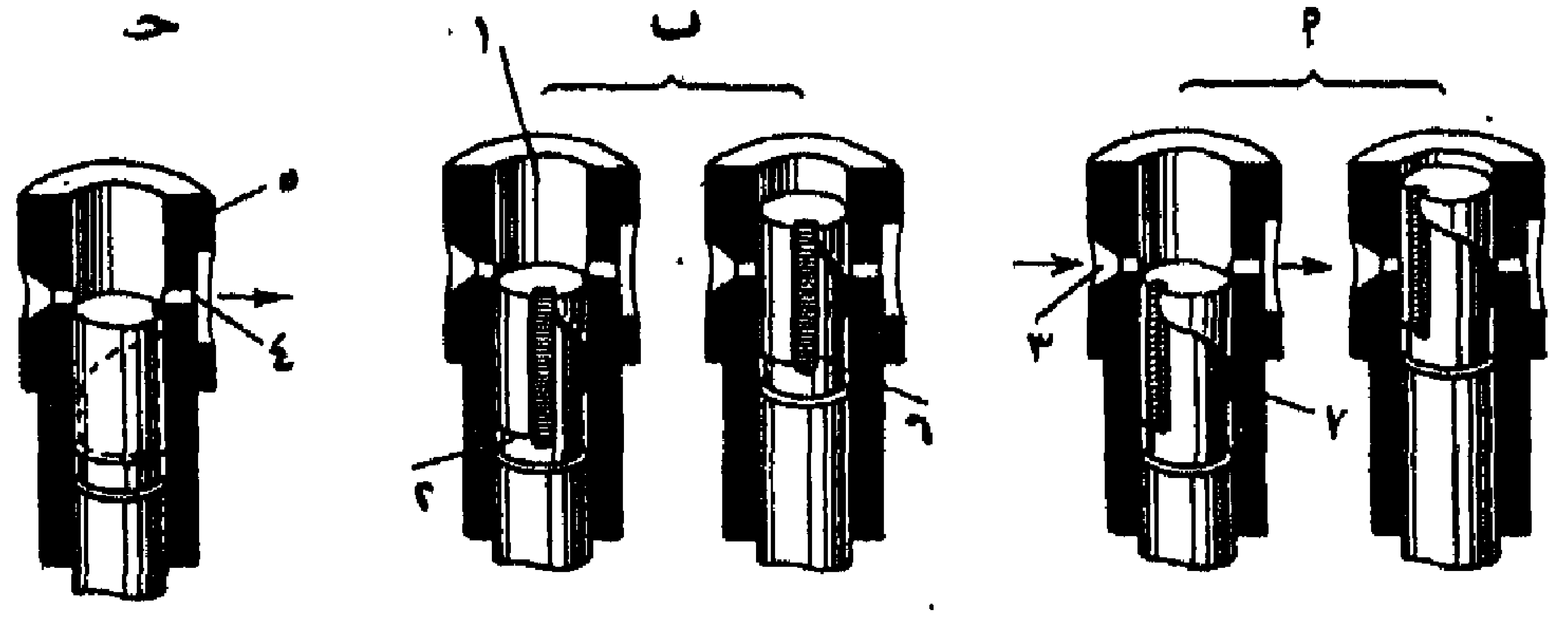
٤ – موضع اتصال فوهة الحقن

الحقن . ويتم االتحكم فى شوطى هبوط الكباس (الدافعة) والأصبع الغمازة الدلفينية الشكل عن طريق ياى انضغاط .

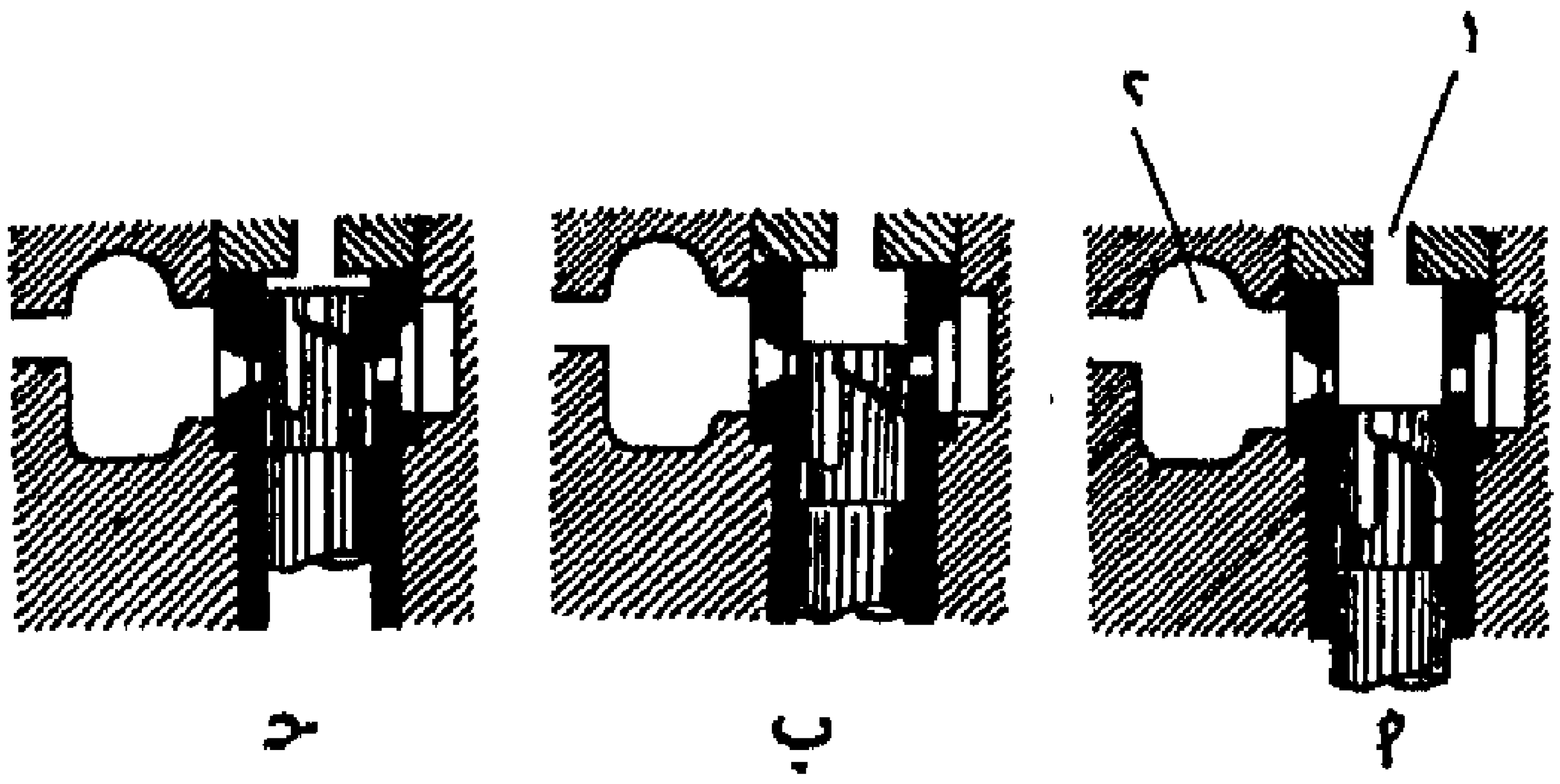
ويدور عمود كامات مضخة الحقن بالمحرك الرباعى الأشواط بسرعة تساوى نصف سرعة دوران العمود المرفق . وأقصى خلوص (لعب) محورى يسمح به فى عمود الكامات هو ١ر . مم إلى ٢ر٠ مم . ويمكن ضبط هذا الخلوص بوساطة رقائق معدنية .



شكل (١٣٦) : صمام التصريف
١ — ياى الصمام
٢ — مخروط الإحكام
٣ — دافعة الصمام
٤ — مبيت صمام
٥ — موضع اتصال ماسورة الحقن المؤدية إلى فوهة الحقن .
٦ — دافعة وحدة الضخ .



شكل (١٣٧) : قياس (معايرة) كمية الوقود ، المدفوعة إلى فوهة الحقن ، بتدوير الدافعة .
(ا) وضع التصريف الكامل (ب) وضع تصريف نصف الكمية
(ح) وضع إنعدام التصريف
١ — الفتحة المؤدية إلى صمام التصريف وفوهة الحقن
٢ — الدافعة ٤ — فتحة الخروج
٣ — فتحة الدخول (السحب) ٥ — الأسطوانة
٦ — الحز الطولى ٧ — حافة التحكم الحلزونية



شكل (١٣٨) : وضع حافة التحكم الحلزونية فى حالة التصريف الكامل.
(ا) شوط السحب
(ب) بدء شوط التصريف
(جـ) انتهاء شوط التصريف
١ — الفتحة المؤدية إلى صمام التصريف
٢ — غرفة السحب

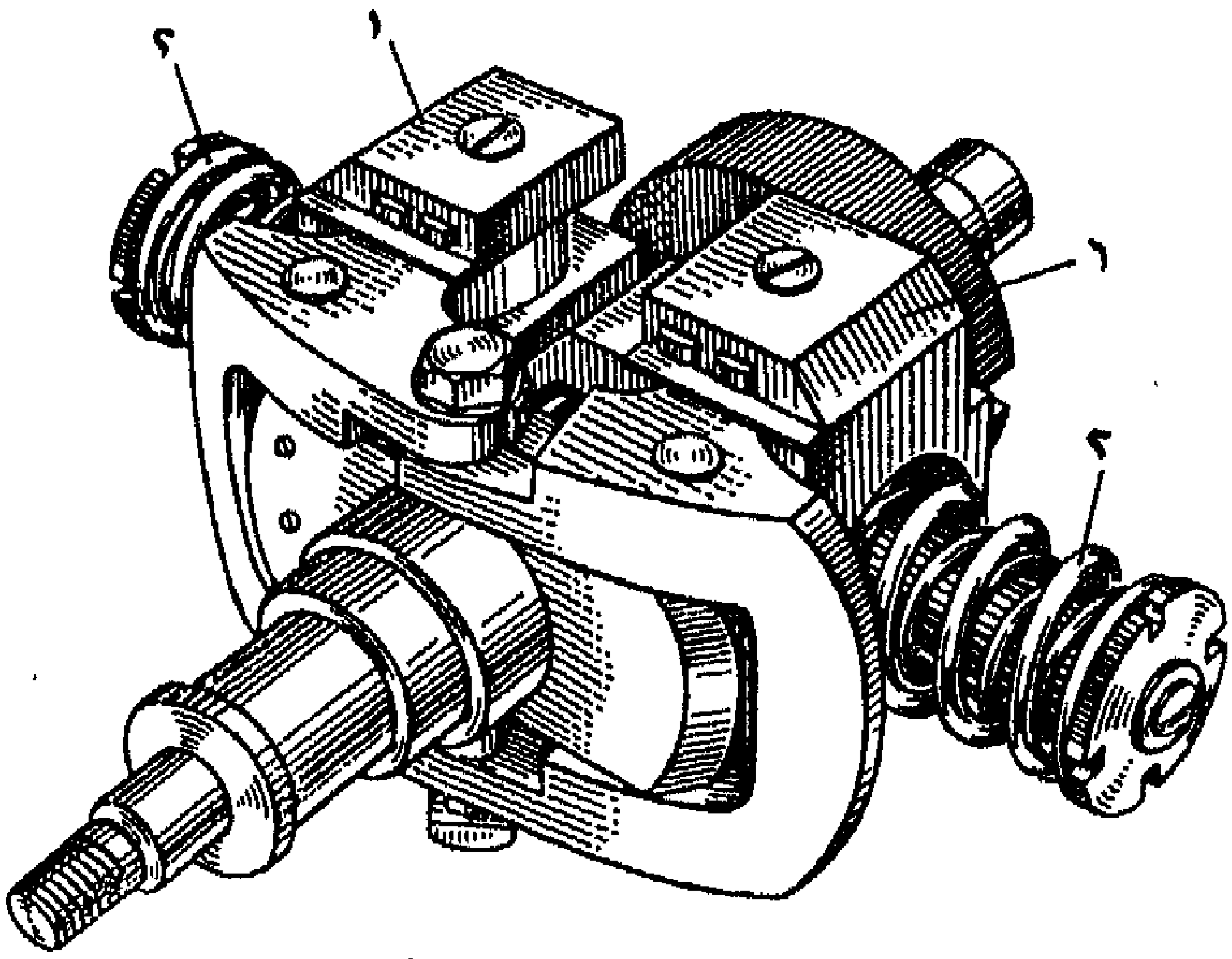
وتتوقف درجة الاعتماد على المحرك فى توليد القدرة اللازمة على كفاية كية الوقود المحقونة فى غرف الاحتراق . وكلما ازدادت قدرة خرج المحرك ازدادت كية الوقود اللازمة . وأقل كية وقود لازمة هى التى يتطلبها المحرك عندما يدور بسرعة التباطؤ .

وتقاس (تعاير) كية الوقود المحقونة بوساطة دافعات المضخة المزودة عند قممها بحوافى حلزونية (حوافى تحكم مائلة) يمكنها اللف حول المحاور الرأسية عن طريق جريدة مسننة .

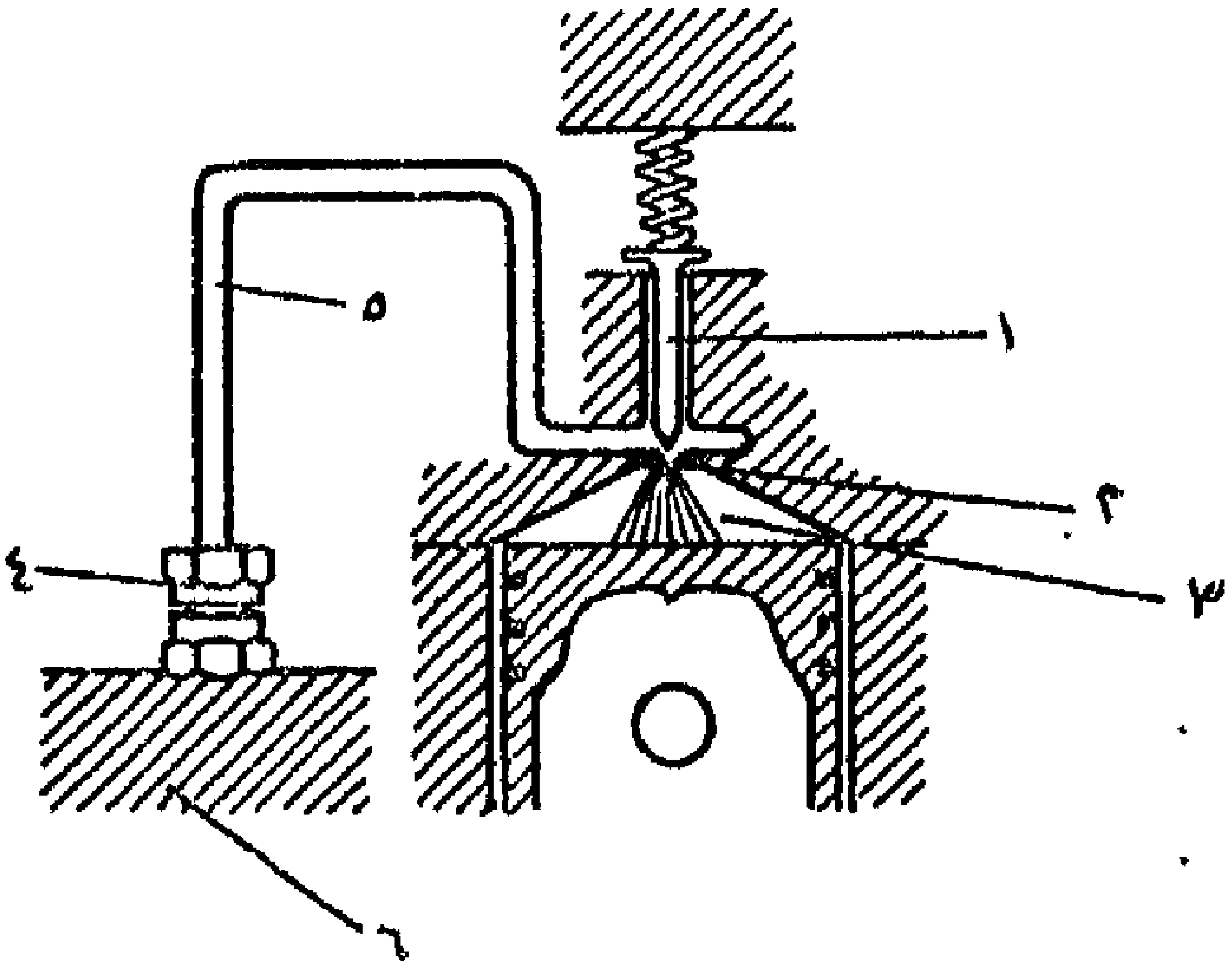
وتزود كل أسطوانة ضخ بفتحة لدخول الوقود وأخرى لخروج الكية الفائضة منه وهما تفتحان أو تغلقان كليا أو جزئيا حسب وضع حوافى التحكم الحلزونية . وبهذه الكيفية يمكن التحكم فى تغذية فوهات الحقن بالوقود .

ويبين الشكل ١٣٧ كيفية تنظيم التغذية بالوقود بتغيير أوضاع دافعة الضخ . فعندما تتحرك الدافعة إلى أسفل ينشأ تفريغ فى حيز الاسطوانة . بشرط أن يكون صمام التصريف مغلقا وبمجرد انكشاف فتحة الدخول يدخل الوقود إلى الأسطوانة . وعندما تتحرك دافعة الضخ إلى أعلى يسرى الوقود — عن طريق صمام التصريف — إلى فوهة الحقن . ثم يدفع إلى غرفة الاحتراق . وتظل كية الوقود المصحوبة فى كل دورة ثابتة لأن شوط (مشوار) الدافعة ثابت . ومن ناحية أخرى يسمح بارتداد كية محددة من الوقود — حسب وضع حوافى التحكم الحلزونية بالنسبة لفتحات الخروج — وبذلك لا تدخل غرفة الاحتراق (شكل ١٣٨) .

ويضبط وضع حافة التحكم الحلزونية بوساطة جريدة مسننة متحركة ومنتظمة بالنسبة لكل الدافعات . ويتم التحكم فى هذه الجريدة المسننة عن طريق دواسة المعجل بحيث يتوقف وضع حوافى التحكم الحلزونية على تشغيل هذه الدواسة . ومن ثم فإن سرعة المحرك الديزل يتم تنظيمها وضبطها بوساطة الجريدة المسننة الموجودة فى مضخة الحقن . وتتصل وصلات دواسة المعجل بذراع التحكم التى تتصل بدورها بالجريدة المسننة . ويستخدم الحاكم الطارد المركزى لتحديد نطاق السرعات (السرعة القصوى أو الحمل الكامل ، والسرعة الدنيا أو التباطؤ) . ومن الأهمية بمكان ، فى المحركات الديزل بصفة خاصة ، تحديد السرعة القصوى لتفادى تلف مكونات المجموعة المرفقية (شكل ١٣٩) .



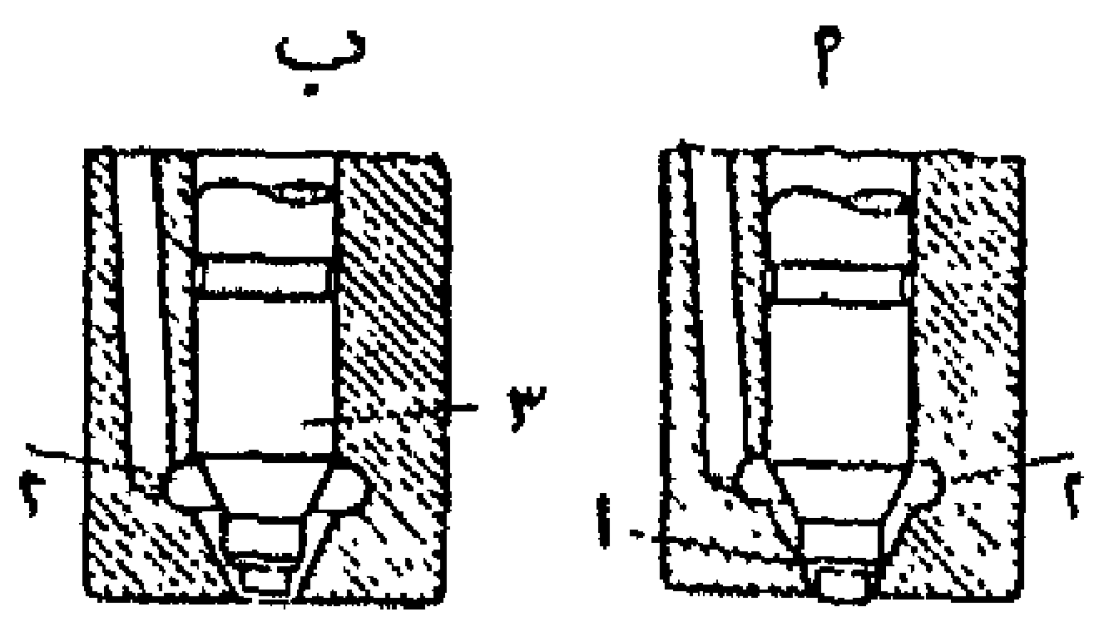
شكل (١٣٩) : الحاكم الطارد المركزى الذى يحدد السرعتين القصوى والدنيا .
١ – ثقلان
٢ – يايا انضغاط



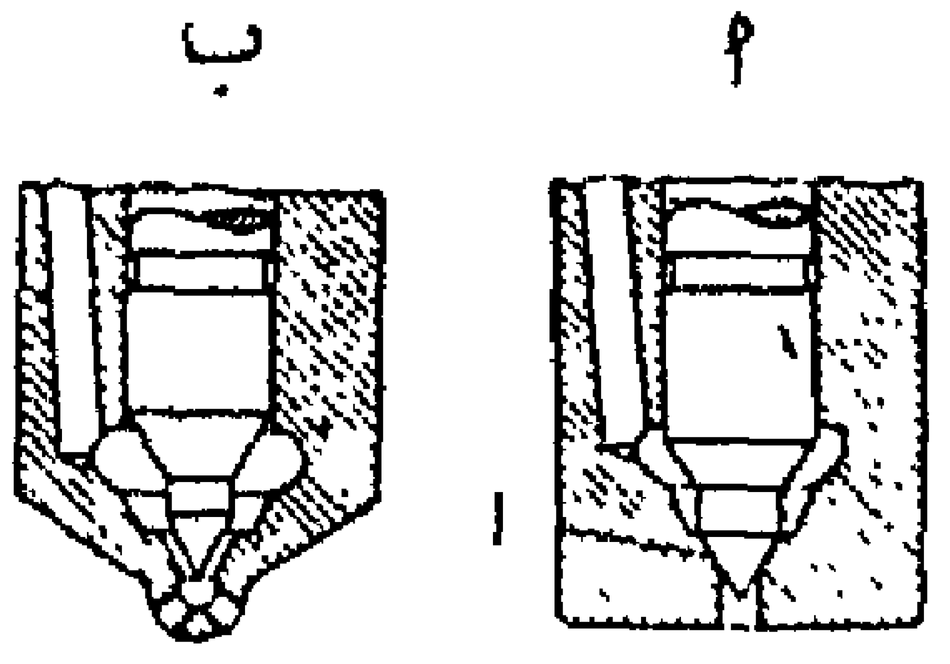
شكل (١٤٠) : رسم تخطيطى يوضح طريقة عمل فوهة الحقن .
١ – إبرة الفوهة
٢ – فتحة (ثقب) الفوهة
٣ – غرفة الاحتراق
٤ – موضع اتصال ماسورة الضغط العالى بمضخة الحقن
٥ – ماسورة الضغط العالى
٦ – مضخة الحقن

ويبدأ حقن الوقود فى غرفة الاحتراق عادة قبل وصول الكباس إلى النقطة الميتة العليا مباشرة .

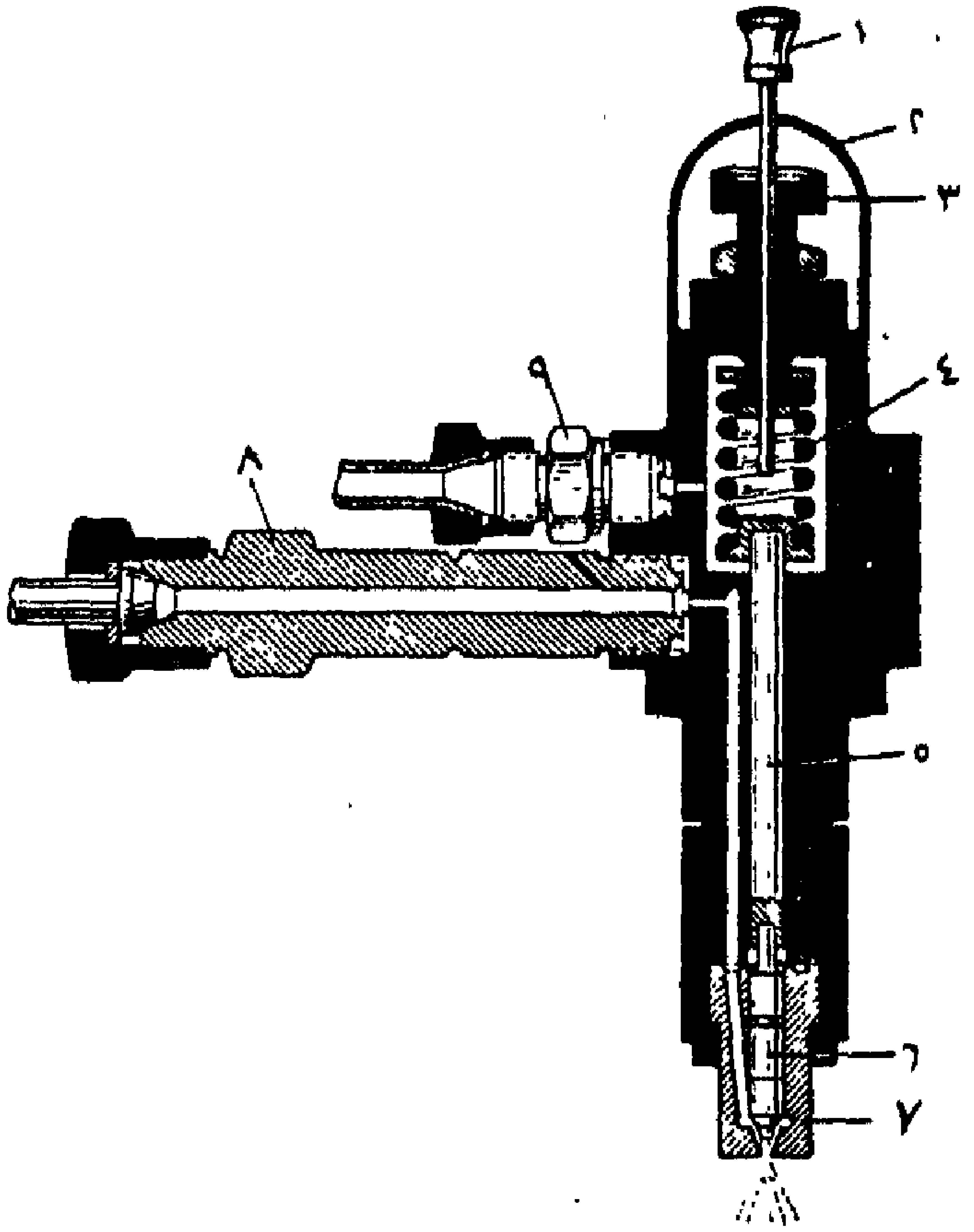
وهذا الإجراء له تأثير مفضل على قدرة خرج المحرك فى ظروف التشغيل العادية . ومع ذلك فى الحالات الخاصة ، كما هى الحال عند بدء حركة المحرك أو فى ظروف التشغيل الصعبة ، يلزم بدء حقن الوقود قبل وصول الكباس إلى النقطة الميتة العليا بفترة طويلة . ولمقابلة هذه المتطلبات ، توجد ترتيبة لتوقيت الحقن فى مضخة الحقن يمكن تشغيلها من مقعد السائق . وتمر كية الوقود التى تدفعها مضخة الحقن من خلال صمام التصريف إلى ماسورة الضغط العالى .



شكل (١٤١) : الفوهة ذات المحور الرأسى .
(ا) وهى مغلقة
(ب) وهى مفتوحة
١ – مقعد الصمام
٢ – تجويف الوقود
٣ – إبرة الفوهة



شكل (١٤٢) : أشكال الفوهات .
(ا) فوهة بمخروط مدبب
(ب) فوهة بمخروط مدبب متعددة الفتحات
١ – المخروط المدبب



شكل (١٤٣) : الحاقن (الرشاش)
١ – إبرة المسلّ
٢ – غطاء واقى
٣ – مسمار ضبط مقلوظ
٤ – ياى انضغاط
٥ – مسمار ضغط
٦ – إبرة الفوهة
٧ – جسم الفوهة
٨ – ماسورة الضغط العالى المؤدية إلى مضخة الحقن .
٩ – ماسورة الفائض

ولكفالة المعايرة الصحيحة للوقود ، يجب أن تكون أطوال مواسير الضغط العالى متساوية وأقصر ما يمكن . وتصنع مواسير الوقود من المواسير الصلب الخالية من اللحامات على أن يكون قطرها الخارجى ٦ مم ، وقطرها الداخلى من ٢ مم إلى ٣ مم . ولا يمكن تحقيق التشغيل الجيد إذا ركبت مواسير رقيقة الجدران ، لأن الارتفاع المفاجئ فى الضغط من ١٠٠ ضغط جوى إلى ٣٠٠ ضغط جوى يعمل على تمدد هذه المواسير ، مما يؤدى إلى حدوث تشرخات بها قبل مضى وقت طويل ، علاوه على أن ضغوط الحقن وأزمنته قد تتغير .

(ج) فوهة (فونية) الحقن :

تستخدم الفوهة (الفونية) لحقن الوقود وهو مذرى فى غرف الاحتراق (شكل ١٤٠) . وتبعا لشكل إبرة الفوهة ، تنقسم الفوهات إلى فوهات ذوات محور رأسى (شكل ١٤١) ، وفوهات ذوات مخروط مدبب . وقد تكون الفوهات ذوات المخروط المدبب بفتحة واحدة (ثقب واحد) أو متعددة الفتحات (الشكل ١٤٢) .

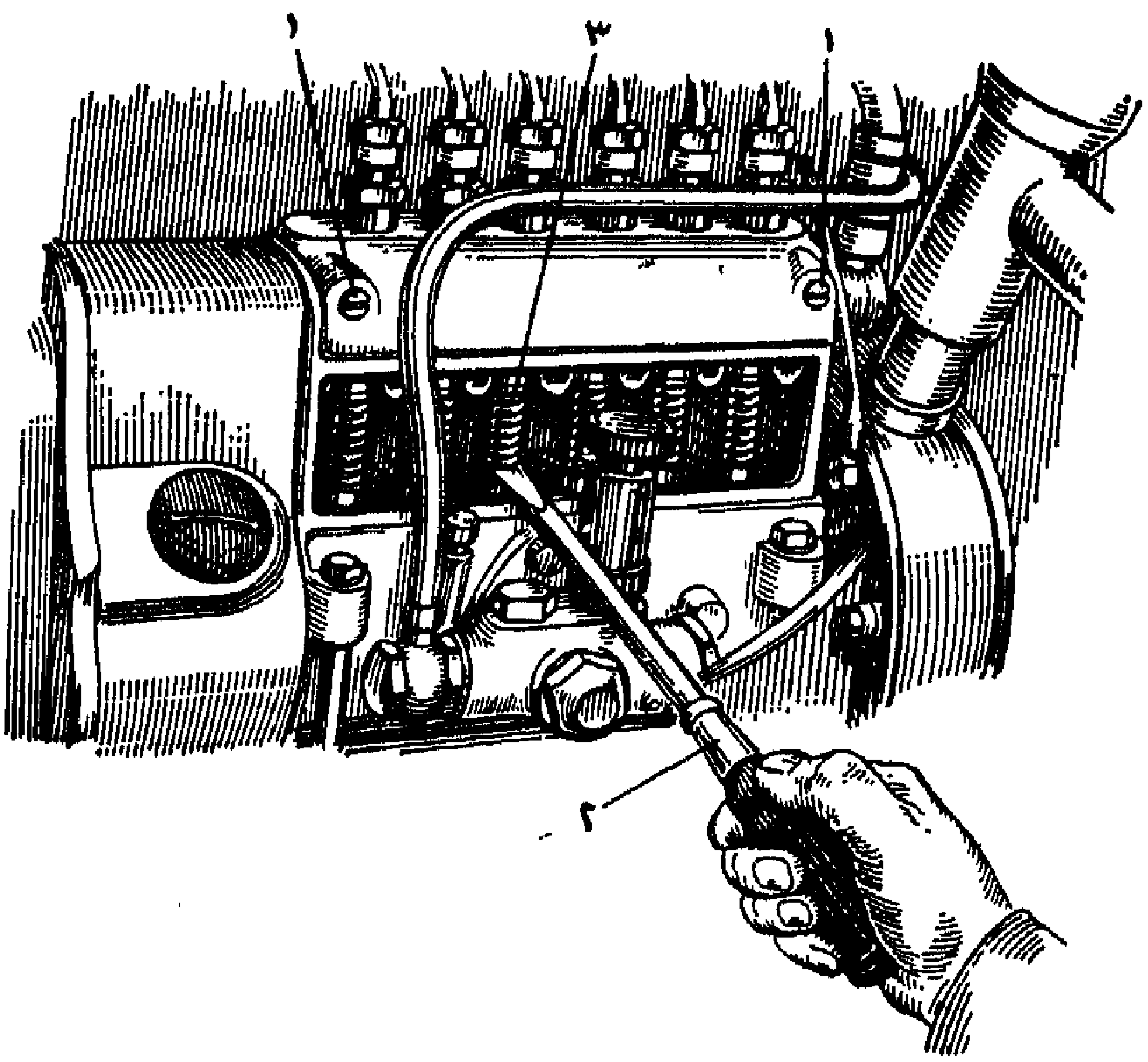
ويتوقف أنسب أنواع الفوهات للحقن على شكل غرفة الوقود المستخدمة ، فالفوهات ذوات الفتحة الواحدة ينبثق منها نفث من الوقود المركز ، فى حين تنبثق من الفوهات المتعددة الفتحات مجموعة من المنافث المختلفة الاتجاهات ليتوزع الوقود فى غرفة الاحتراق فى شكل مروحى .

وتستخدم الفوهات المتعددة الفتحات أساسا فى غرف الاحتراق التى لا يتوافر فيها إلا حركة دوامية ضعيفة للهواء ، أى فى حالة الحقن المباشر . أما الفوهات ذوات الفتحة الواحدة فتستخدم أساسا فى الغرف ذوات الاحتراق المتقدم والغرف الدوامية والغرف ذوات الخلايا الهوائية .

وأهم أجزاء فوهة الحقن هى : حامل (ماسك) الفوهة ، وإبرة الحقن والأجزاء اللازمة لتشغيلها . وتعرف مجمرعة الفوهة وماسكها أحيانا باسم الخانق (الرشاش) ، وهو موضح بالشكل ١٤٣ . وتنضغط إبرة الفوهة فى مقعد الصمام ، بوساطة ياى انضغاط ، لتسد فتحة الفوهة. ويتوقف اختبار ضغط ياى الانضغاط — على إبرة الفوهة — على الضغط الذى تحدثه مضخة الحقن والضغط العالى للوقود ، الوارد من مضخة الحقن إلى الفوهة عن طريق ماسورة التغذية ، يتسبب فى رفع الإبرة ودخول الوقود غرفة الاحتراق . وبمجرد انقطاع الإمداد بالوقود يتحرر الياى من ضغط الوقود عليه ، فيؤثر على إبرة الفوهة التى تسد بدورها غرفة الاحتراق. ويمكن ضبط ضغط الياى عن طريق مسمار ضبط مقلوظ . ويزداد شد الياى كلما أدير المسمار فى اتجاه عقارب الساعة . ويعود الوقود المحصور بين جسم الفوهة وبين إبرتها ، الذى لم يحقن فى غرفة الاحتراق ، إلى خزان الوقود أو المرشح الرئيسى عن طريق ماسورة الفائض.

(د) ملاحظات تتعلق بالصيانة والإصلاح :

١ — ينبغى عدم إجراء أى اختبار أو معايرة للوقود ، المدفوع عن طريق وحدات الضخ بمضخة الحقن ، إلا فى ورشة خاصة . وأى إصلاح فى مضخة الحقن يقوم به شخص غير متخصص يؤدى عادة إلى حدوث تلفيات جسيمة بها .



شكل (١٤٤) : استنزاف (استخراج) الهواء من مضخة الحقن .

١ – مسمارا الاستنزاف ٢ – مفك ميكانيكى خاص ٣ – وحدة الضخ

٢ – يتم تزييت الدافعة والأسطوانة بوساطة الوقود الديزل . لذلك ينبغى عدم استعمال زيت التزييت فى هذا الغرض . وتزيت الأسطح الشغالة لعمود الكامات والأصابع الغمازة بوساطة زيت الموتورات . ولهذا الغرض يملأ الجزء السفلى من مضخة الحقن ، الذى يبيت فيه عمود الكامات ، بالزيت . وبعد كل ٥٠ ساعة من ساعات التشغيل يجب مراجعة مستوى الزيت واستكماله إذا لزم الأمر . ويجب ملاحظة العلامتين العلوية والسفلية ، الموجودتين على عصا قياس مستوى الزيت ، والالتزام بهما . وفى حالة التشغيل المتواصل ينبغى تغيير الزيت بعد كل ١٠٠ ساعة من ساعات التشغيل . وفى فترة تليين الجرار يجب تغيير الزيت باستمرار بعد كل ٥٠ ساعة من ساعات التشغيل . كما يجب الالتزام بالملاحظات المتعلقة بالتزييت الواردة فى كتيب إرشادات التشغيل المسلمة مع الجرار .

٣ – لا يؤدى المحرك الديزل عمله على الوجه الصحيح إلا إذا كان خاليا من الهواء المحبوس فى معدات الحقن . لذلك يجب استنزاف (استخراج) الهواء المحبوس من هذه المعدات عند تشغيل الجرار لأول مرة ، وبعد إجراء أية إصلاحات بدورة الوقود ، وبعد ملء خزان الوقود الفارغ بالوقود . وبعد ملء مثل هذا الخزان بالوقود يجب إجراء ما يلى :

(ا) يفك قليلا رباط مسمار الاستنزاف ، الموجود فى مرشح الوقود الرئيسى ، وتشغل المضخة اليدوية (التحضيرية) الموجودة فى مضخة الحقن حتى يصبح الوقود الخارج من فتحة الاستنزاف خاليا من الفقاعات الهوائية . وبعد ذلك يعاد ربط مسمار الاستنزاف بإحكام .

(ب) يفك قليلا رباط مسمارى الاستنزاف الموجودين فى الجزء العلوى من مضخة الحقن ، وتشغل المضخة اليدوية حتى يخرج الوقود من خلال هذين المسمارين خاليا من الفقاعات الهوائية .

(ج) يستنزف الهواء أخيرا من مواسير الضغط العالى . لهذا الغرض تفك هذه المواسير من ماسكات الفوهات . ثم يدار المحرك ببطء حتى يخرج الوقود من خط تغذية الفوهات خاليا من الفقاعات الهوائية . ويمكن كذلك فك لوح التغطية بمضخة الحقن ، وتشغيل كل وحدة من وحدات الضخ بوساطة مفك ميكانيكى خاص حتى يحدث إحساس بمقاومة ثابتة فيها بينما تنفث الفوهة الوقود بصوت واضح (شكل ١٤٤) .

٤ — يجب بذل عناية كبيرة عند تفكيك مضخة الحقن ، لأن أسطح الدافعات والأسطوانات ذوات درجة ملامسة (تشطيب) فائقة ، مما يجعلها شديدة الحساسية ، ويحتم وقايتها من أية تلفيات . وحتى مجرد لمس هذه الأسطح باليد قد يتسبب فى حدوث صدأ بها . لذلك يجب استخدام خرقة قماش نظيفة لمسكها أو تداولها ، والاحتفاظ بها فى وعاء مغلق مملوء بوقود الديزل النظيف . ويجب استبدال الدافعة وأسطوانتها معا إذا تلف أى منهما . وكلما استبدلت بأجزاء أى وحدة ضخ أجزاء أخرى جديدة يجب استبدال الأجزاء المماثلة فى كل وحدات الضخ الأخرى ، وذلك لكفالة إمداد جميع غرف الاحتراق بالوقود بشكل منتظم وكميات متساوية ، لأنه إذا احترقت كميات غير متساوية من الوقود فى غرف الاحتراق تصبح القوى المؤثرة على الكباسات والمجموعة المرفقية غير منتظمة ، مما قد يؤدى إلى حدوث اعوجاجات بالعمود المرفق أو كسره فى النهاية . ويستدل على ضخ كميات غير متساوية من الوقود بالدوران غير المنتظم للمحرك .

٥ — يستدل كذلك عادة على وجود عيوب فى فوهة الحقن بالدوران غير المنتظم للمحرك وخروج دفعات من سحب الدخان فى العادم . ولتحديد الفوهة المعيبة تفك مواسير الضغط العالى — واحدة بعد الأخرى — من الفوهات ، بينما يكون المحرك دائرا ، فتختفى سحب الدخان من ماسورة العادم بمجرد فك ماسورة الفوهة المعيبة واستبعادها من التشغيل .

٦ — يجب إزالة الفوهات المعيبة التى لا تؤدى عملها على الوجه الصحيح ، ثم تفكيكها وتنظيفها . ويحظر تنظيف فتحة الفوهة بوساطة الأسلاك أو موسعات الثقوب (البراغى) ، وإنما تنظف بوساطة قطعة صغيرة من الخشب .

٧ – ينبغى استبدال أى إبرة تكون معوجة فتتماسك بمقعدها ، أو تكون مزرقة اللون (فمعنى ذلك أنها أصبحت طرية نتيجة السخونة الزائدة) . وتصبح الفوهات فى الغالب طرية عند إيقاف المحرك الشديد السخونة فجأة . .

٨ – عند اختبار الأداء الصحيح للفوهات ينبغى مراعاة إحتياطات الأمان اللازمة للوقاية من الحوادث . فالوقود ينفث من فتحات الفوهات بضغط عال (حتى ٣٠٠ ضغط جوى) ، وقد يخترق بسهولة الجلد العارى إذا لم تراع هذه الاحتياطات ، مما يؤدى إلى إصابات يصعب شفاؤها فضلا عن شدة إيلامها . ويجب كذلك العناية بوقاية الأعين بصفة خاصة .

٩ – تتوافر فى الورش الخاصة معدات لاختبار الفوهات يمكن بوساطتها اختبار مضخات الحقن ، من حيث الشكل الصحيح للوقود المحقون الخارج من فتحات الفوهات ، والضغط الكافى للحقن . وقد يختبر هذا الشكل الصحيح للحقن والمضخة مركبة بالمحرك . ولهذا الغرض يجب فك الفوهة من رأس الأسطوانات . ثم يوضع لوح معدنى أمام الفوهة حيث يصطدم الوقود المنفوث به فى وضع عمودى عليه . وبمراعاة المسافة بين اللوح وفتحة الفوهة ، وقطر المساحة المبللة بالوقود ، فإنه يمكن حساب زاوية الحقن . ويجب التأكد من عدم انحراف مخروط الرش الناشئ من نفث الوقود ، إلى أى جنب من جوانب محور الفوهة ؛ وإنما يكون هذا المخروط موزعا توزيعا متماثلا حول المحور ، أى أن الفوهة يجب أن تكون فى مركز مخروط الرش تماما .

١٠ – عند اختبار الشكل الصحيح لخروج الوقود المحقون من فتحات الفوهات ، يجب التأكد كذلك من عدم تنقيط الفوهة بعد الحقن (أى استمرار خروج الوقود منها على هيئة قطرات) وإذا لزم الأمر يختبر صمام الخروج (التصريف) .

١١ – يجب صناعة مواسير الضغط العالى من المواسير الصلب الخالية من اللحامات ، مع تركيبها بحيث يمكن تجنب الانحناءات القصيرة أو الحادة بها التى تتسبب فى ظهور مقاومات تعوق سريان الوقود . وينبغى التأكد من استخدام المواسير الصلب ذوات الأقطار والمقاطع المناسبة . وإذا تطلب الأمر إصلاح (لحام) المواسير أو استبدال مواسير جديدة بالمواسير المعيبة ، فإنه يجب – قبل تركيبها – غسلها وتنظيفها فى محلول من حمض المورياتيك تركيزه ٥٪ (أى ٥ سم من الحمض مضافة إلى كل ١٠٠ سم٣ من الماء) حتى يتم التخلص من الجسيمات الغريبة بها . وبعد غسل المواسير وتنظيفها بهذا المحلول ينبغى غسلها مرة أخرى بكمية وفيرة من الماء لكى لا تبقى على جدرانها من الداخل أو الخارج أية بقايا من الحمض .

١٢ – إذا انكسرت أية ماسورة تغذية بالوقود فيجب اختبار فوهة الحقن كذلك لأنها قد تكون فى أحيان كثيرة سببا فى هذا الكسر .

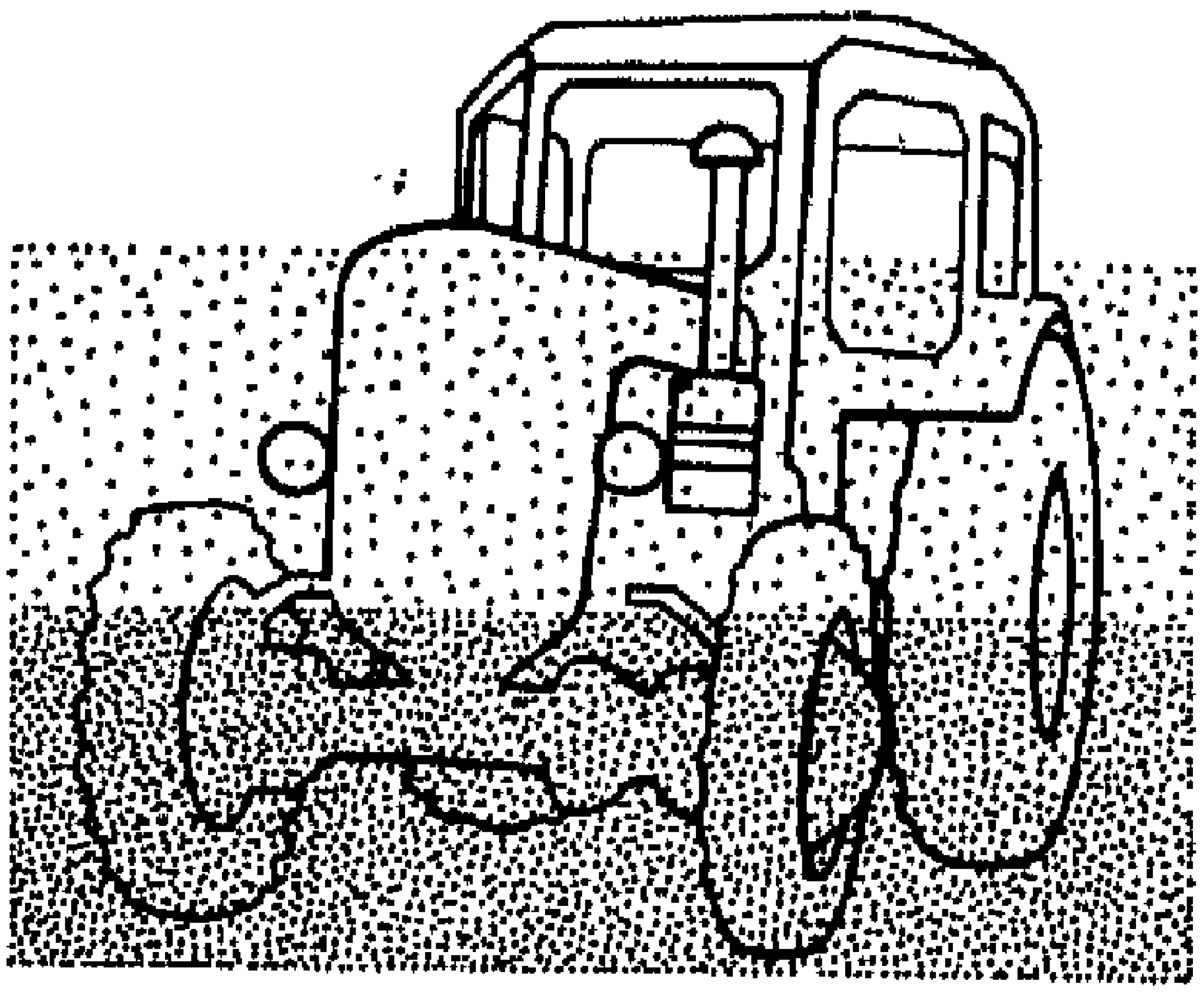
٨ – مرشح الهـواء :

(أ) عـام

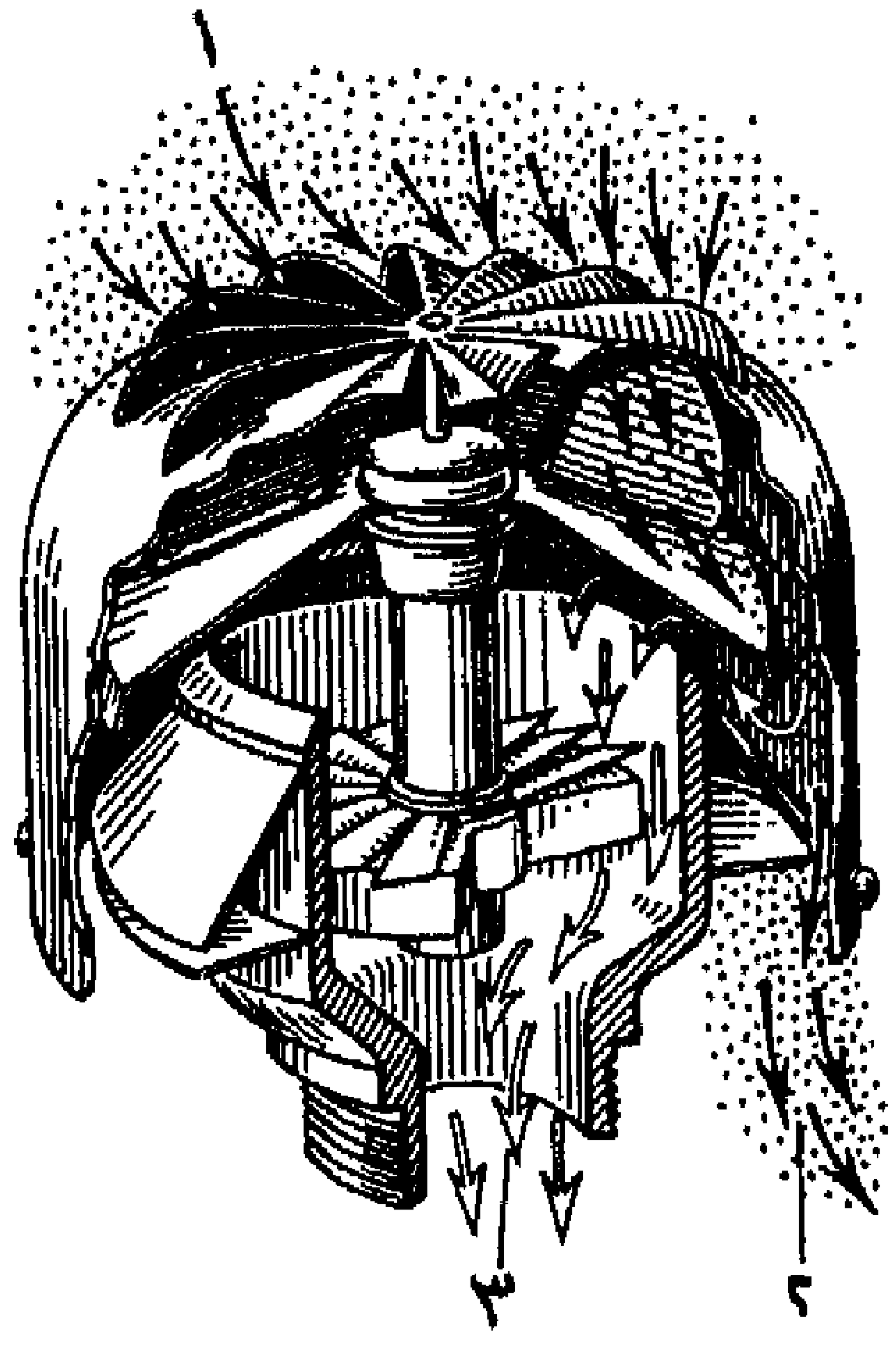
تستخدم الجرارات أساسا فى الزراعة وأعمال الغابات ، كما تستخدم فى أعمال التشييد والبناء لزحزحة ونقل كميات كبيرة من الأرض . ومن العسير فى مثل هذه الأحول تجنب إثارة الغبار وتشبع الجو بالتراب . وبالإضافة إلى ذلك كله تصبح كمية التراب فى الهواء ملحوظة عند استخدام الجرارات فى المناطق الحارة والجافة . ويمكن اعتبار أن محرك الجرار ذى العجلات يسحب جراما واحدا من التراب (الغبار) فى كل متر مكعب من الهواء (أى ١ جم / م ٣) فى الظروف العادية للتربة والمناخ بالمناطق الحارة . وفى الظروف نفسها تؤخذ نسبة التراب فى الهواء المسحوب ١,٥ جم / م ٣ بالنسبة للجرار المجنزر . وفى أقسى الظروف قد تصل هذه النسبة إلى ٢,٥ – ٥ جم / م ٣ . ولتفهم تأثير هذه الكميات من التراب (الغبار) يمكن الاستعانة بالمثال التالى :

محركات الجرارات المجنزرة المتوسطة الثقل تقدر سعتها الحجمية الكلية بحوالى ٩ لتر . وتدور بسرعة حوالى ١٥٠٠ لفة / دقيقة . فإذا احتوى الهواء المسحوب على ١,٥ جم من التراب فى كل متر مكعب منه ' فإن إجمالى كمية التراب المسحوبة تصبح فى هذه الحالة ٦٠٠ جم بعد ساعة واحدة من التشغيل . ويتكون هذا التراب أساسا من أدق جسيمات الكوارتز والسيليكا وأنعمها ، وتكون شديدة الحك عند اختلاطها بالزيت . ومن ثم يتلف المحرك بعد وقت قصير من تشغيله إذا لم يشتمل على مرشح ، وترتيبات أخرى ، لترشيح الهواء الداخل إلى الأسطوانات وتنقيته تماما .

ومن الجدير بالذكر هنا أن نسبة التراب فى الهواء تكون كبيرة بالقرب من الأرض ، وتقل كلما زاد البعد عنها . لذلك تركب ماسورة سحب الهواء فى أعلى موضع ممكن بالجرار . وهذا الإجراء وحده غير كاف ، ويتحتم تركيب مرشحات هواء شديدة الفعالية فى مدخل الهواء المسحوب بغرض التقليل – إلى أدنى حد ممكن – من التآكل فى جدران الأسطوانات والكباسات وحلقاتها والمجموعة المرفقية (الشكل ١٤٥) .



شكل (١٤٥) : التراب العالق بالهواء المحيط بالجرار وقت التشغيل .



شكل(١٤٦) : المرشح ذو الطرد المركزى.
١ – دخول الهواء المحمل بالتراب
٢ – التراب المطرود
٣ – الهواء المنقى

(ب) المرشح الجاف :

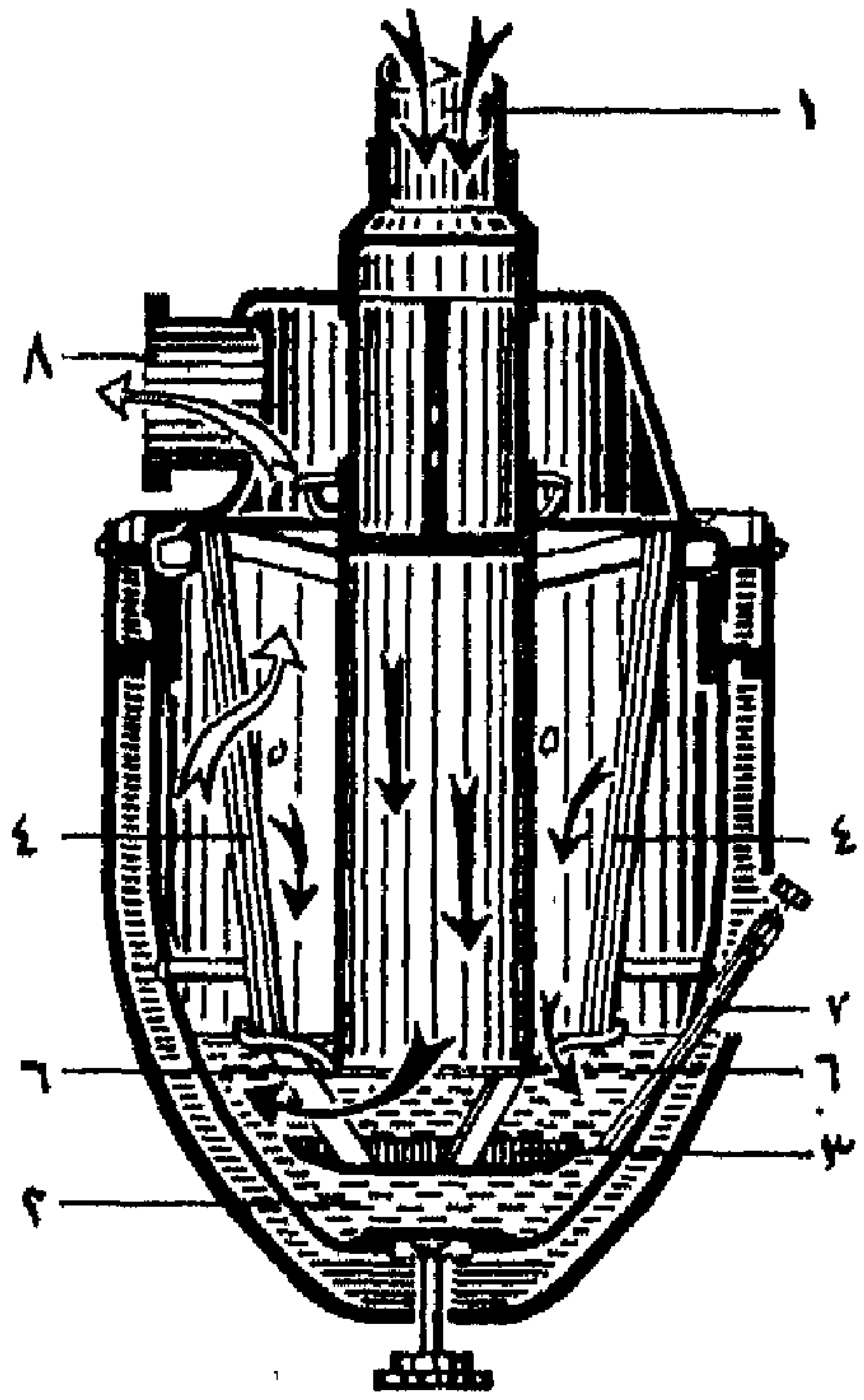
يسرى الهواء المسحوب فى المرشح الجاف خلال مادة ترشيح مناسبة ، مثل نسيج دقيق ناعم أو لباد ، تعمل على اصطياد جسيمات التراب التى تقع أقطارها فى حدود ٠,٠٠٥ مم . ويعيب هذا النوع من المرشحات امتلاء مجموعة الترشيح بالتراب بسرعة مما يحتم تنظيفها بعد ساعات قليلة من التشغيل . وهناك أنواع أخرى من المرشحات الجافة يسرى فيها الهواء المسحوب خلال عجلة مروحية (ذات رياش) فيسبب دورانها . ونظرا لترتيب الرياش بالعجلة فى وضع مائل ، فإن جسيمات التراب المارة بها تنطرد إلى الخارج (الشكل ١٤٦) . ويسمى المرشح فى هذه الحالة باسم المرشح ذى الطرد المركزى .

وهناك كذلك ما يعرف باسم المنظف ذى الطرد المركزى أو السيكلون . وهو يتميز بكفاءة أعلى من كفاءة المرشحات الجافة الأخرى السابق ذكرها . فالهواء يدخل فيه فى الاتجاه المماس لفوهته ، ويسحب من خلال فتحة فيه فى اتجاه حلزونى إلى غرفة الطرد المركزى . وبهذه الكيفية يكتسب الهواء حركة دوامية فتنفصل عنه جسيمات التراب متجهة إلى مجمع التراب عن طريق فتحة التصريف (شكل ١٤٧) .

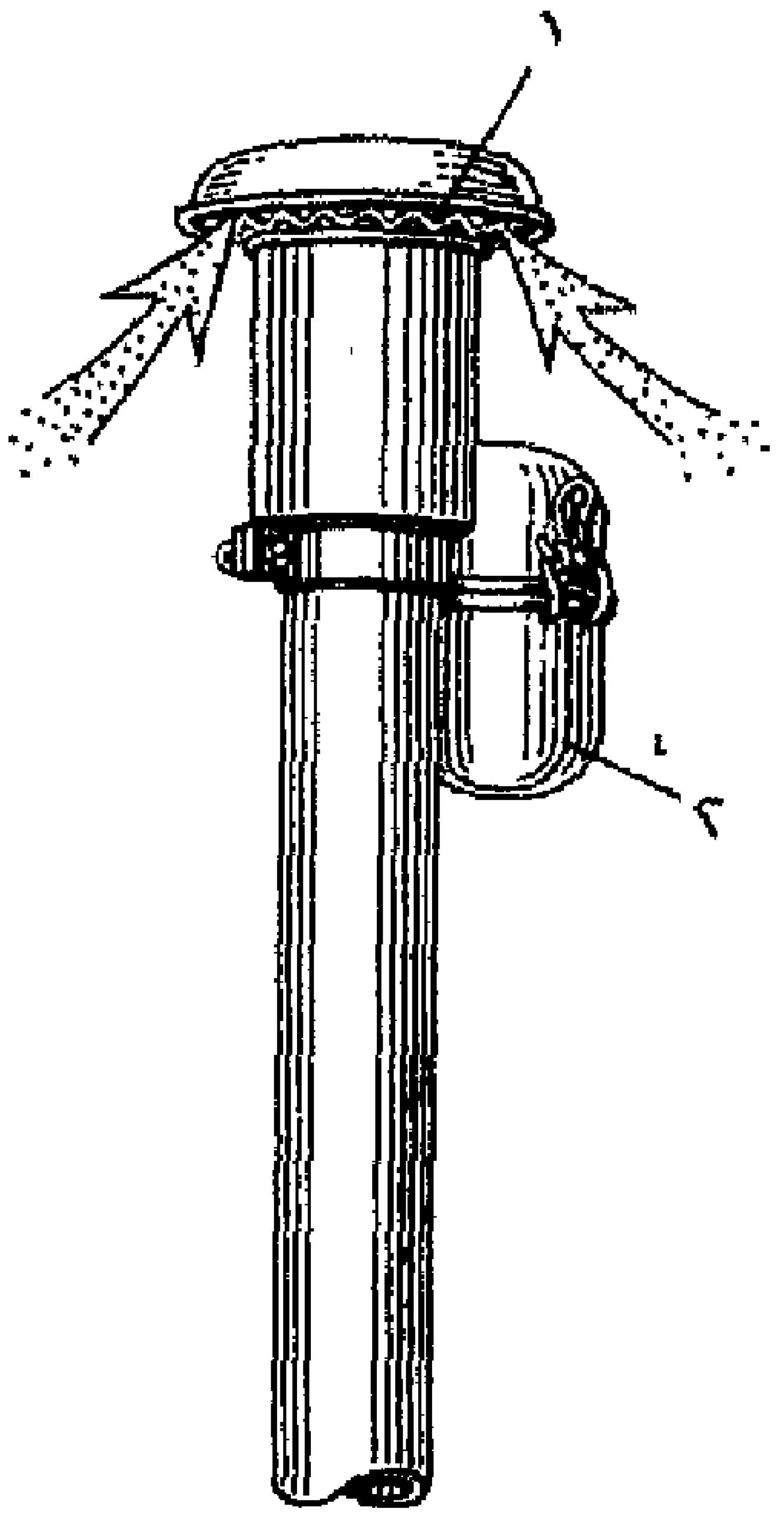
(ج) المرشح ذو الحمام الزيتى :

يعتبر المرشح ذو الحمام الزيتى أكثر مرشحات الهواء استخداما فى صناعة الجرارات . وفى هذا المرشح يسرى الهواء من خلال ماسورة إلى الحمام الزيتى ، حيث يصطدم باللوح الحارف ، كما هو موضح فى الشكل ١٤٨ ، وبالتالى فإنه يكتسب حركة دوامية وينعكس اتجاهه إلى أعلى ، ثم يمر الهواء من خلال عنصر الترشيح إلى حيز (غرفة) الهواء . وينفصل معظم جسيمات التراب فى الزيت عند انعكاس الهواء وارتداده إلى أعلى ، فى حين تنفصل بقية جسيمات التراب فى عنصر الترشيح .

وتتوقف كمية التراب التى يمكن للمرشح ذى الحمام الزيتى اصطيادها (فصلها) على كمية الزيت الموجودة فيه . وكل جرام من الزيت يمكنه اصطياد جرام واحد من التراب تقريبا .



شكل (١٤٨) : المرشح ذو الحمام الزيتى .
١ — ماسورة السحب ٢ — الحمام الزيتى
٣ — اللوح الحارف ٤ — عنصر الترشيح
٥ — حيز (غرفة) الهواء ٦ — خلوص حلقى
٧ — عصا قياس مستوى الزيت ٨ — فتحة خروج الهواء



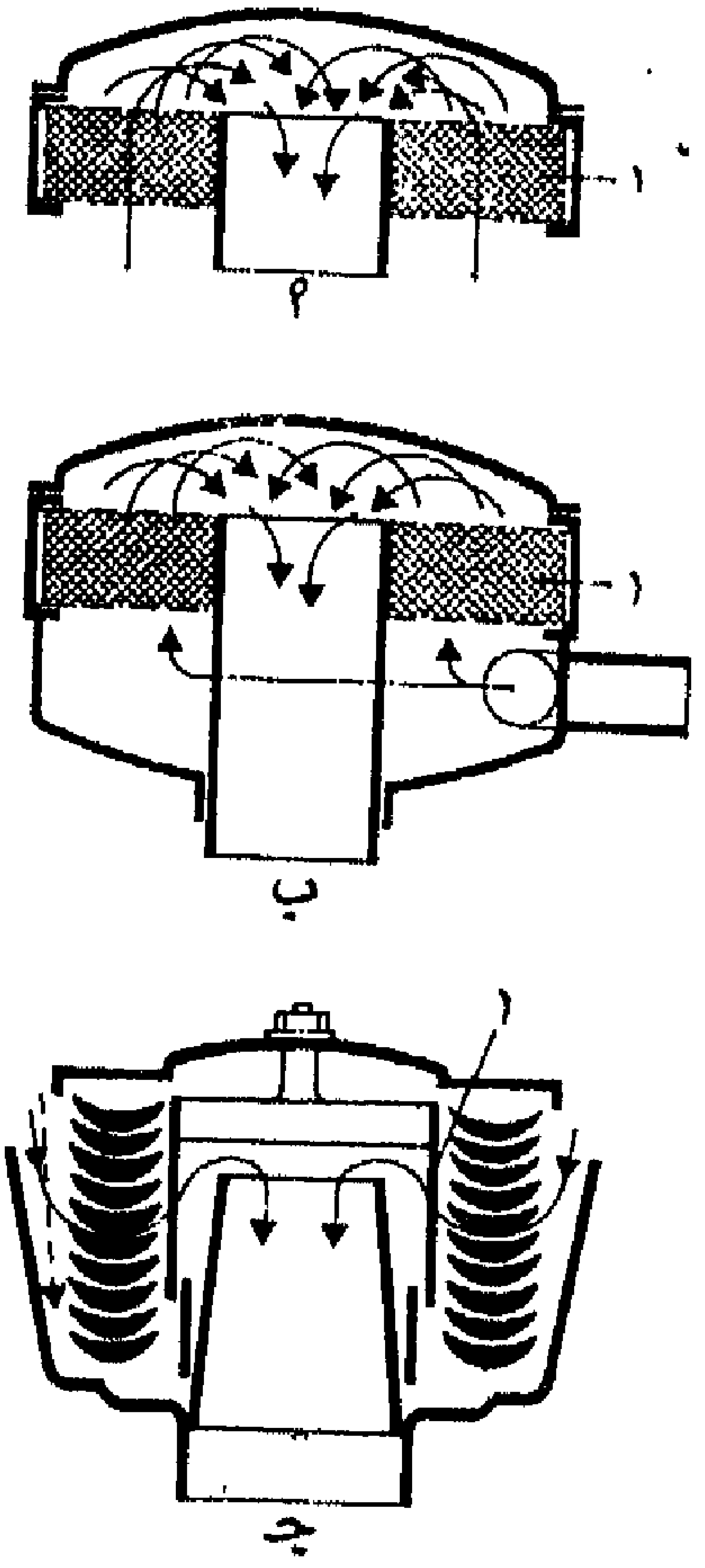
شكل (١٤٧) : المنظف ذو الطرد المركزى (السيكلون) .
١ — فتحة دخول الهواء
٢ — مجمع التراب

وهناك ما يعرف باسم منظفات (مرشحات) الهواء المبتلة التى تصمم بحيث تمكن الهواء من تغيير اتجاه سريانه فيها عدة مرات ، وبسرعة . ونتيجة لثقل وزن جسيمات التراب بالنسبة

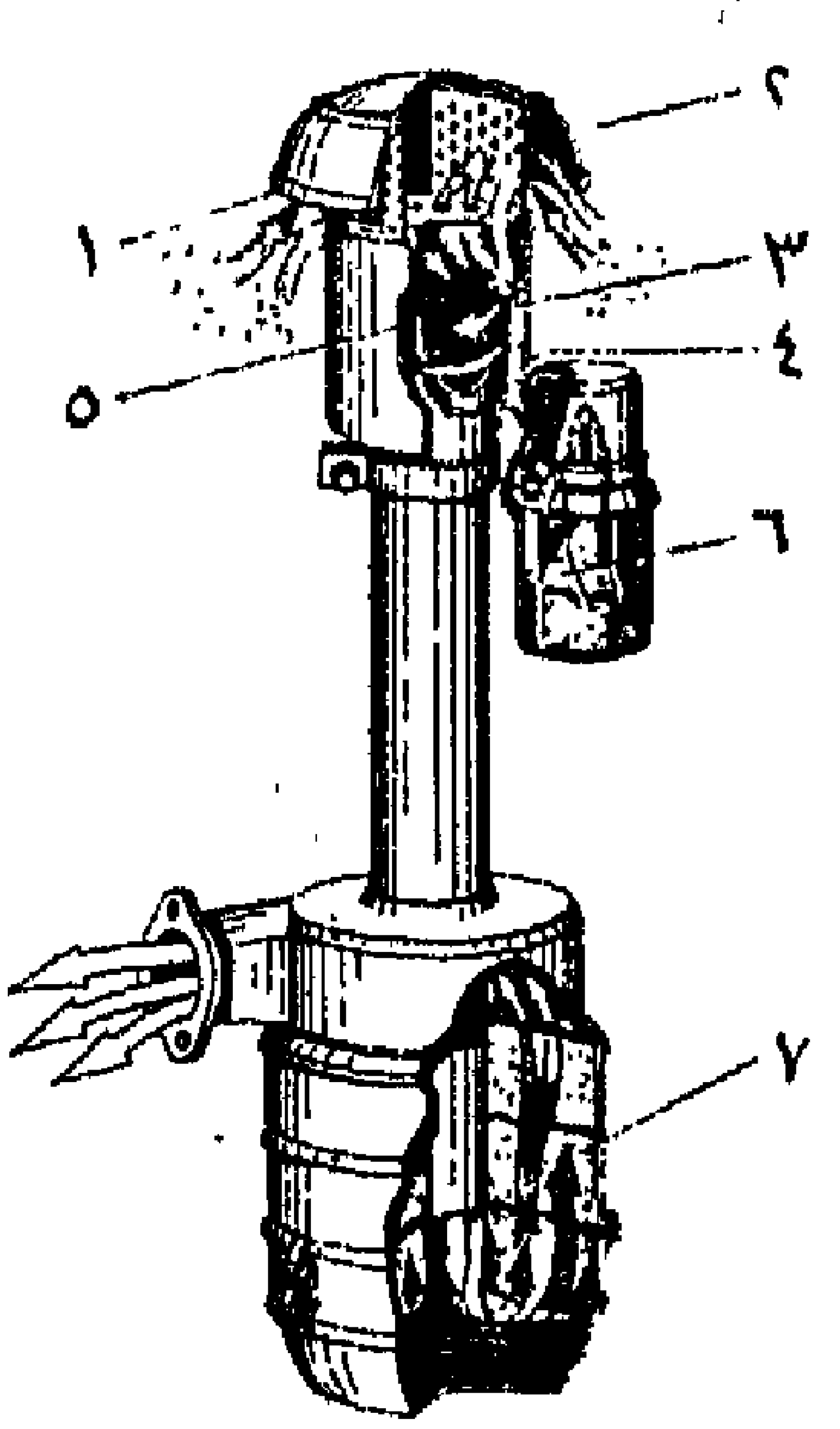
للهواء ، فإنها لا يمكنها مسايرة حركته داخل المنظف ، ومن ثم فإنها تنفصل عنه فى عنصر الترشيح المبلل بالزيت ، حيث تستقر فيه (الشكل ١٤٩) .

وفى الجرارات الحديثة تركب وحدة ترشيح مشتركة مكونة من مرشح جاف وآخر ذى حمام زيتى (الشكل ١٥٠) وهى تتميز بكفاءة عالية . وقد يستخدم مع هذه الوحدة أحيانا سيكلون عادم لشفط التراب .

وفى داخل هذه الوحدة المشتركة ذات السيكلون تنشأ حركة دوامية للغازات العادمة . وبالرغم من ارتفاع ضغط هذه الغازات على الضغط الجوى إلا أنه تتولد بالوحدة حركة سحب يستفاد منها فى شفط التراب (شكل ١٥١) .



شكل (١٤٩) : أنواع مختلفة من منظفات الهواء المبتلة .
(أ) مرشح من الطرز الناقوسى
(ب) مرشح من الطرز الصندوقى ، وبه خافض للصوت .
(جـ) مرشح رقائق
١ — عناصر الترشيح المبللة بالزيت .



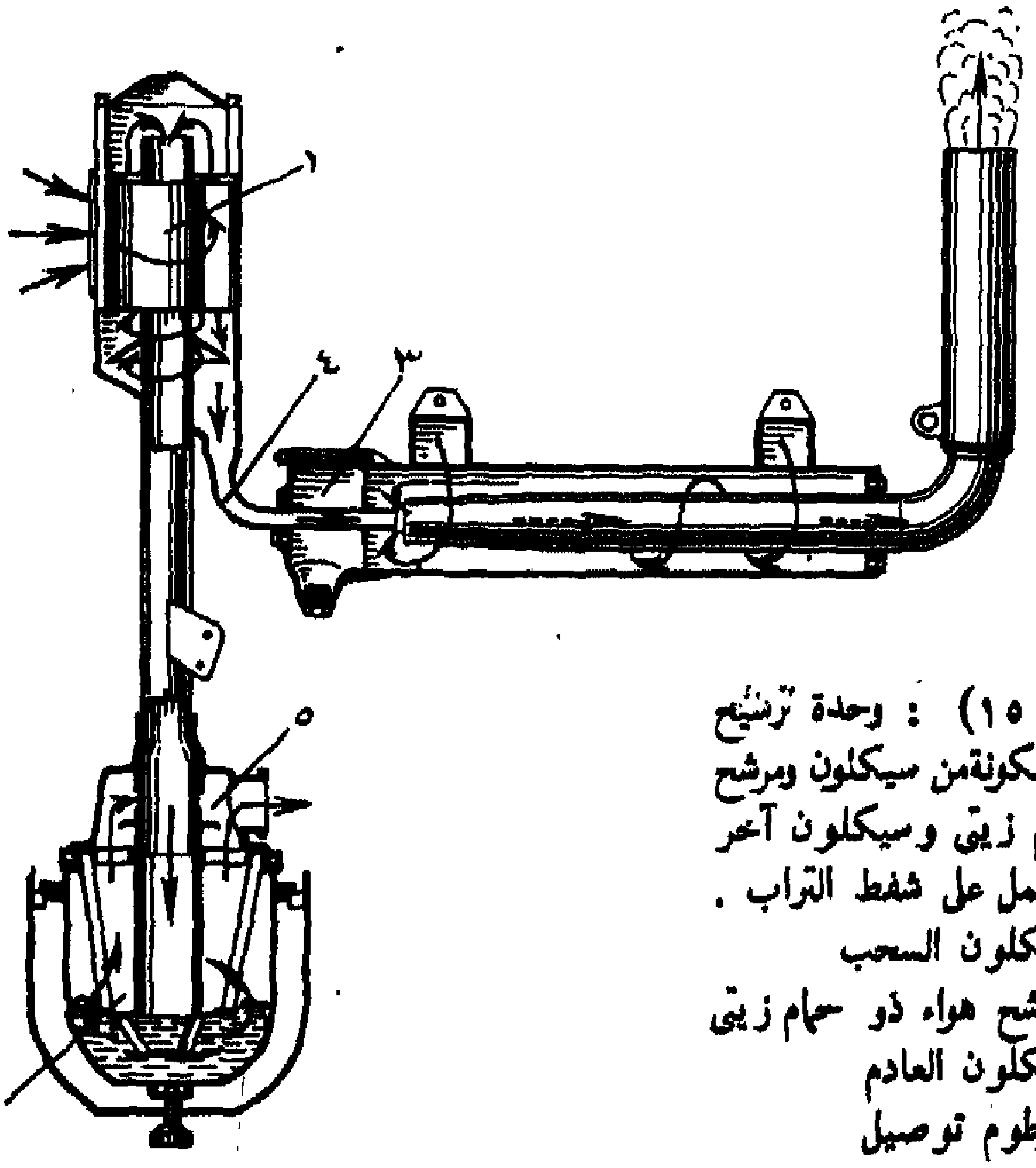
شكل (١٥٠) : وحدة ترشيح مشتركة مكونة من مرشح جاف وآخر ذى حمام زيتى .
١ — مدخل الهواء
٢ — مجرى الهواء
٣ — غرفة طرد مركزى
٤ — فتحة تصريف التراب
٥ — ماسورة الإمداد بالهواء النقى
٦ — مجمع التراب
٧ — مرشح للهواء ذو حمام زيتى

وهناك وظيفة هامة أخرى لسيكلون العادم ، وهى منع اللهب والشرر من التطاير من ماسورة العادم .

(د) ملاحظات تتعلق بالصيانة والإصلاح :

١ – تقلل المرشحات المسدودة بالتراب إلى حد كبير من قدرة المحرك ، نظرا لأنها تقلل من كمية الهواء الجديد المار فيها . ومن ثم فإن الخليط يصبح شديد الغنى بالوقود ، وبالتالى يزداد الاستهلاك فى الوقود .

٢ – يجب تغيير الزيت بالمرشح ذى الحمام الزيتى الذى يركب قبله سيكلون بعد كل ٥٠–١٠٠ ساعة من ساعات التشغيل . ويكشف على جودة الزيت بالمرشح بوساطة عصا تغمس فى الحمام الزيتى . ويجب تقليب الزيت لتوزيع جسيمات التراب ، المستقرة فى قاع المرشح ، بانتظام فى الحمام . وينبغى تغيير الزيت كلما أصبح تخين القوام بحيث يصعب سقوطه على هيئة قطرات من طرف العصا .



شكل (١٥١) : وحدة ترشيح مشتركة مكونةمن سيكلون ومرشح ذى حمام زيتى وسيكلون آخر للعادم يعمل على شفط التراب .

١ – سيكلون السحب
٢ – مرشح هواء ذو حمام زيتى
٣ – سيكلون العادم
٤ – خرطوم توصيل
٥ – فتحة تصريف الهواء المنقى

ويجب كذلك تنظيف المرشحات المبتلة بانتظام . ولهذا الغرض يفك المرشح ويغسل بالبنزين، ثم يزيت عنصر الترشيح مع التخلص من الزيت الزائد به .

٣ — لا يسمح بملء المرشح بكمية من الزيت أكبر من الكمية المنصوص عليها فى كتيب إرشادات التشغيل ، لأن كمية الزيت الزائدة على الحد المقرر تدخل إلى المحرك مع الهواء المسحوب وهى محملة بالتراب فتتسبب فى إتلاف الأسطوانات والكباسات والمجموعة المرفقية .

٤ — يجب التخلص من أى جسم غريب قد يعترض دخول الهواء المسحوب إلى المرشح ، مثل أوراق الشجر أو القش أو ما شابه ذلك . وعند الطرق الخفيف بيد مطرقة يدوية (شاكوش) على ماسورة المرشح ، يمكن معرفة ما إذا كانت المرشحات ذوات الطرد المركزى أو السيكلونات مسدودة من عدمه ، كما يمكن التخلص من العوائق . ويحظر الخبط عليها بشدة حتى لا يحدث بها نقر . وإذا تعذر إزالة العوائق بالطرق الخفيف ، فينبغى فك الوصلات وتنظيف المسالك بفرشاة مناسبة أو بقطعة مناسبة من السلك .

٥ — إذا تطلب الأمر لحام مواسير المرشحات ، فينبغى مراعاة عدم تضييق القطر الداخلى لمجرى الهواء نتيجة وجود بروزات فى اللحام أو ما شابه ذلك .

٦ — ينبغى مراجعة دورة السحب للتأكد من جودة إحكامها ضد أى تسربات قد تحدث منها ، مع استبدال حشيات (جوانات) جديدة بالحشيات التالفة عند الضرورة .

٧ — من المعروف أن ماء المطر يعلق بجداران السيكلون فلا يمكنه الدخول إلى المجرى الحلزونية ، ومن ثم فإنه تختلط به جسيمات التراب مكونة تجمعات ترابية تقلل من كفاءة المرشح . لذلك ينبغى تنظيف المرشح من هذه التجمعات الترابية بالطرق الخفيف عليه ، أو بأى طريقة أخرى مناسبة ، إذا تطلب الأمر ذلك .

٩ — تبريد المحـــرك :

(أ) عـــام

فى أثناء احتراق خليط الوقود والهواء تصل درجات الحرارة داخل الأسطوانات إلى ٢٠٠٠°م . ولا يمكن لكتلة المحرك أو كباساته أو أجزائه الأخرى الصمود لمثل هذه الدرجات من الحرارة . ولهذا السبب يتحتم تبريد المحرك بكفاءة لتبديد الحرارة الشديدة به . ويمكن بنظام التبريد الجيد الحصول من المحرك على أكبر قدرة بينما يظل دائرا عند أفضل درجة حرارة تشغيل ، وهى التى تقع بين ٧٥°م و ٩٠°م . ولا يمكن الحصول من المحرك على قدرة كبيرة ، مع حدوث تآكل ضئيل فيه واستهلاك معقول للوقود ، إلا إذا دار عند درجة حرارة تشغيل ثابتة .

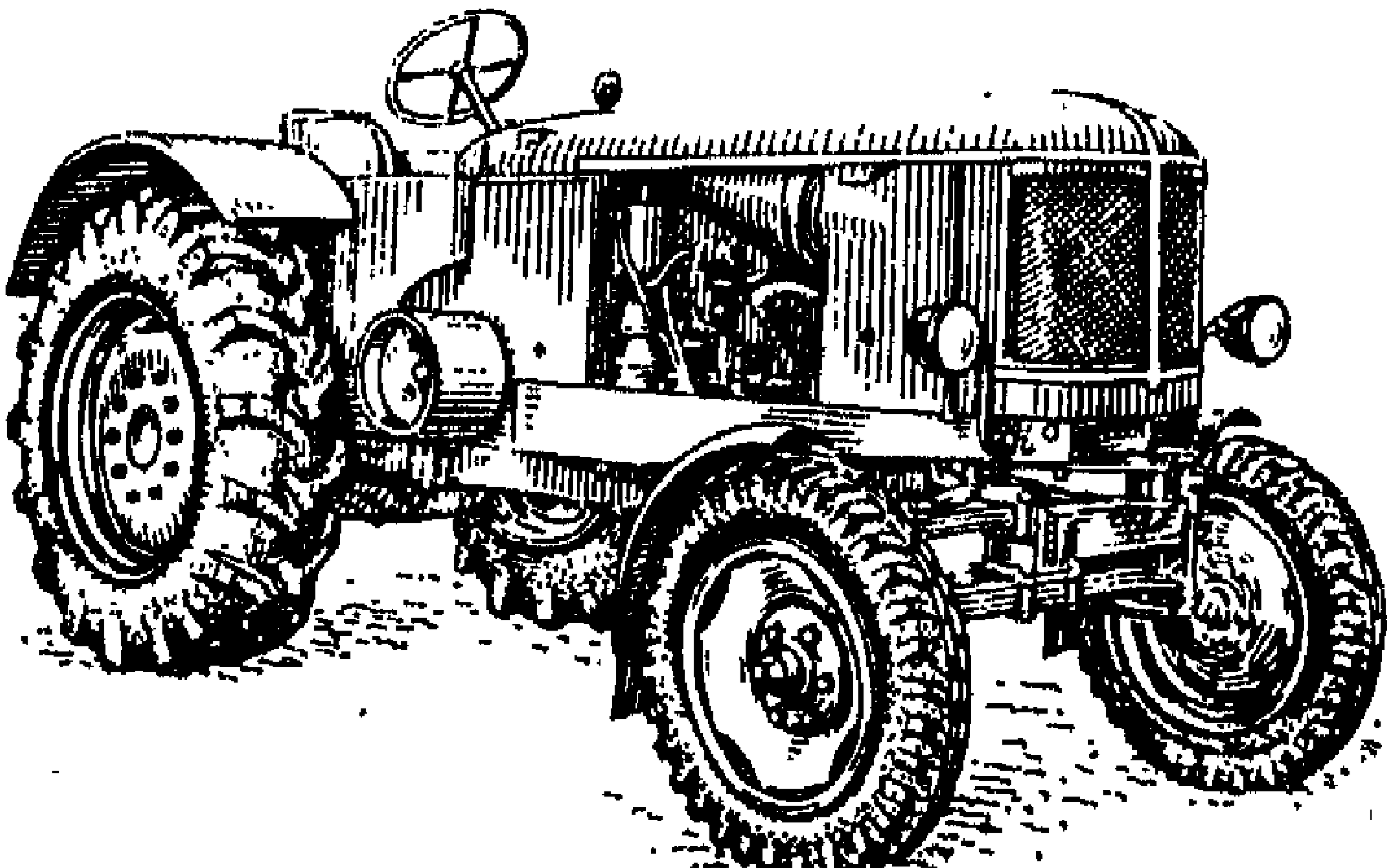
وإذا زادت درجة حرارة التشغيل على درجات الحرارة المذكورة ، أو قلت عنها ، فإن ذلك يتسبب فى حدوث عيوب بالمواد المصنوعة منها أجزاء المحرك — وخاصة قصان الأسطوانات

(الشميزات) ، والكباسات ، ومواضع التحميل (الكراسى) – مما قد يؤدى إلى تلف هذه الأجزاء بمرور الوقت . وإذا انخفضت درجة حرارة التشغيل عند الحد الأدنى لما يصبح فعل التزييت غير كاف وهذا قد يؤدى من ناحية أخرى إلى زيادة معدل التآكل ، وبالتالى الزيادة الملحوظة فى استهلاك الوقود .

ونظرا لتغير ظروف تشغيل الجرار ، فى الغالب ، فمن الصعب المحافظة على درجة الحرارة التشغيل المقررة . وينبغى أن يتذكر سائق الجرار دائما أن المحرك يفشل فى إعطاء قدرته الكاملة إذا كان يعمل وهو شديد السخونة أو كانت درجة حرارة تشغيله أقل من الحد المقرر ، على حد سواء ، فضلا عن تعرضه للتآكل بمعدل كبير . وهناك نظامان لتبريد المحرك ، وهما التبريد بالهواء ، والتبريد بالماء .

(ب) التبريد بالهـــواء :

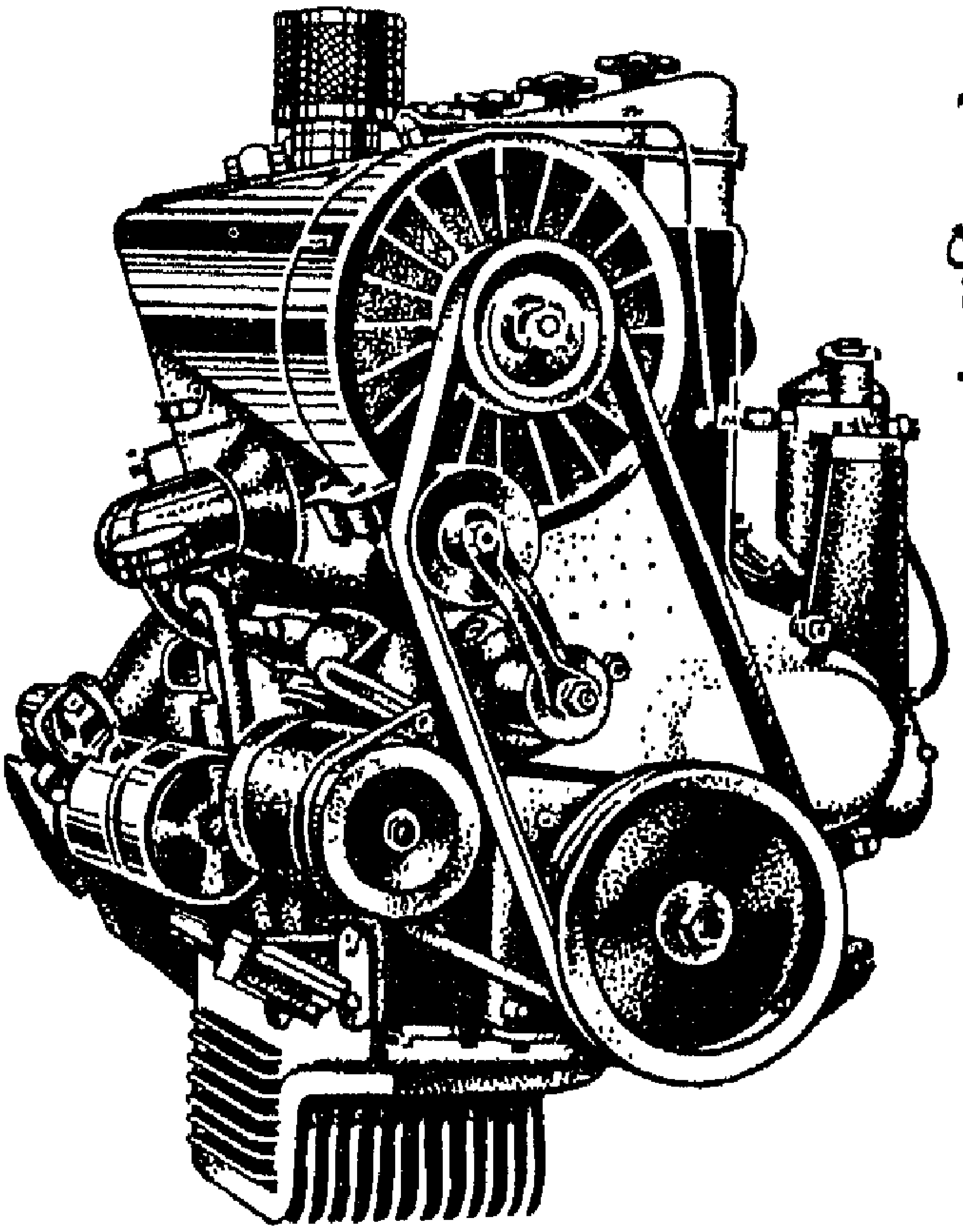
فى السنوات القلية الماضية شاع استخدام التبريد بالهواء فى صناعة الجرارات الأوروبية . وكان ذلك بالنسبة للجرارات الصغيرة أساسا . وفى حالات عديدة حاليا تزود الجرارات الشديدة الثقل ، التى تصل قدراتها إلى ٩٠ قدرة حصانية ، بدورات تبريد بالهواء (الشكل ١٥٢) .



شكل(١٥٢) : جرار ثقيل يبرد بالهواء .(الطرز : F4L514 ، محركه ديزل بأربع أسطوانات ، ٦٠ قدرة حصانية.من إنتاج : Klöckner-Humboldt (Deutz

ويكفل نظام التبريد بالهواء انتقال الحرارة من المحرك الساخن إلى تيار الهواء السارى . وكلما زادت المساحة التى يتلامس معها الهواء السارى ، زادت كفاءة دورة التبريد . ولهذا السبب تزود الأسطوانات بأضلع أو زعانف للتبريد .

وفى المحركات التى تكون أسطواناتها مرتبة فى صف واحد يوجه هواء التبريد إلى الأسطوانات بوساطة ألواح حارفة ، بينما يزاد معدل سريان الهواء بوساطة مروحة دفاعة (الشكل ١٥٣) . وتستمد المروحة حركتها من العمود المرفق عن طريق سير على شكل الحرف«V» . وينبغى تشحيم عمود المروحة بعد كل ٥٠ ساعة من ساعات التشغيل .



شكل (١٥٣) : محرك ديزل يبرد بالهواء (منظر أمامى) .
(الطرز : Garant 32 ، بأربع أسطوانات رباعية الأشواط ، ٤٧ قدرة حصانية ، وحجمها المزاح ٣١٨٠ سم .
المنتج : VEB Kraftfahrzeugwerk Zittau)

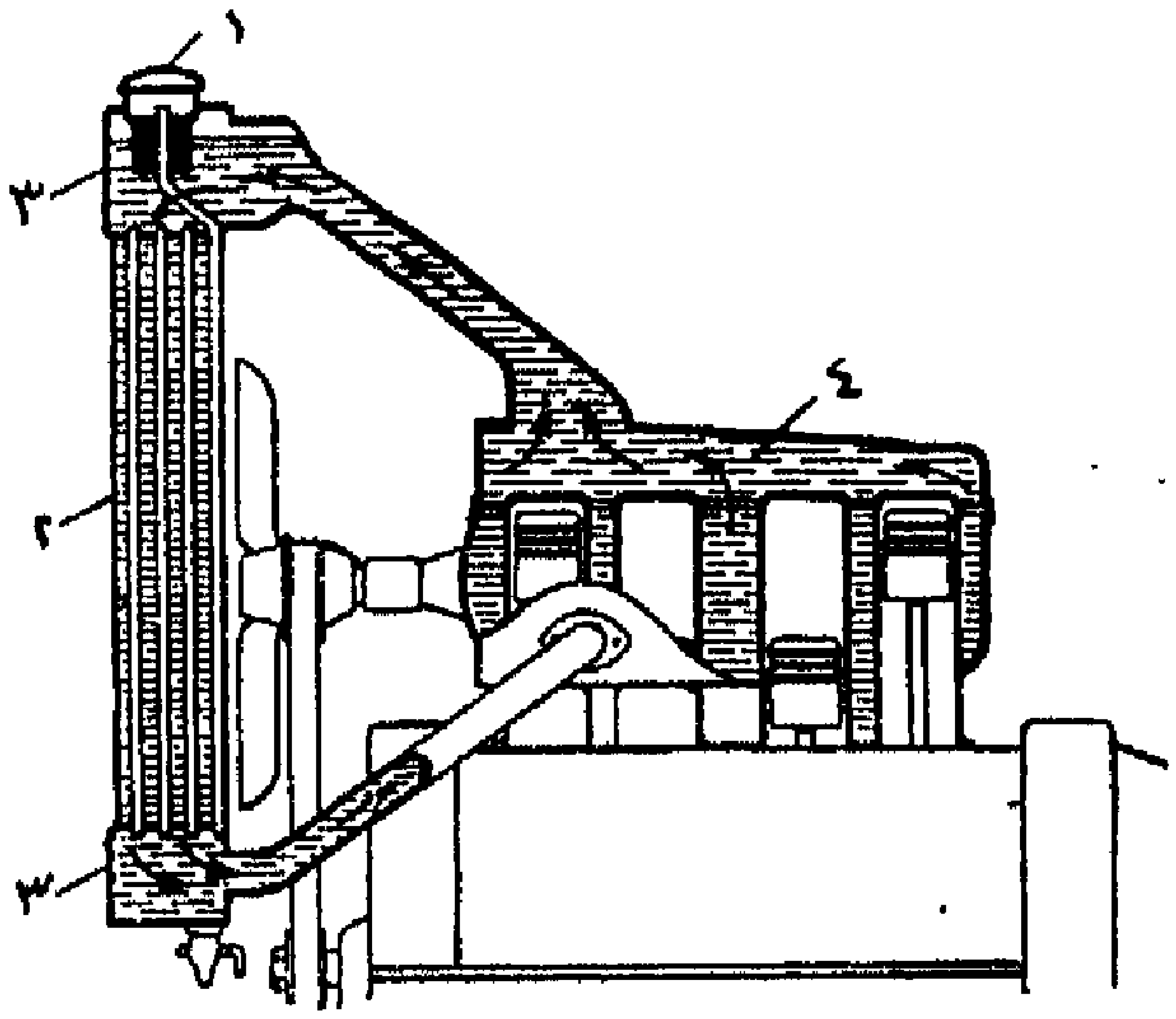
وتتميز المحركات التى تبرد بالهواء ببساطة التصميم ، وسهولة الصيانة ، وخفة الوزن ، إلا أن قدرتها تقل بمقدار ٥٪ – ٨٪ عن قدرات مثيلاتها التى تبرد بالماء .

(ج) التبريد بالمـاء :

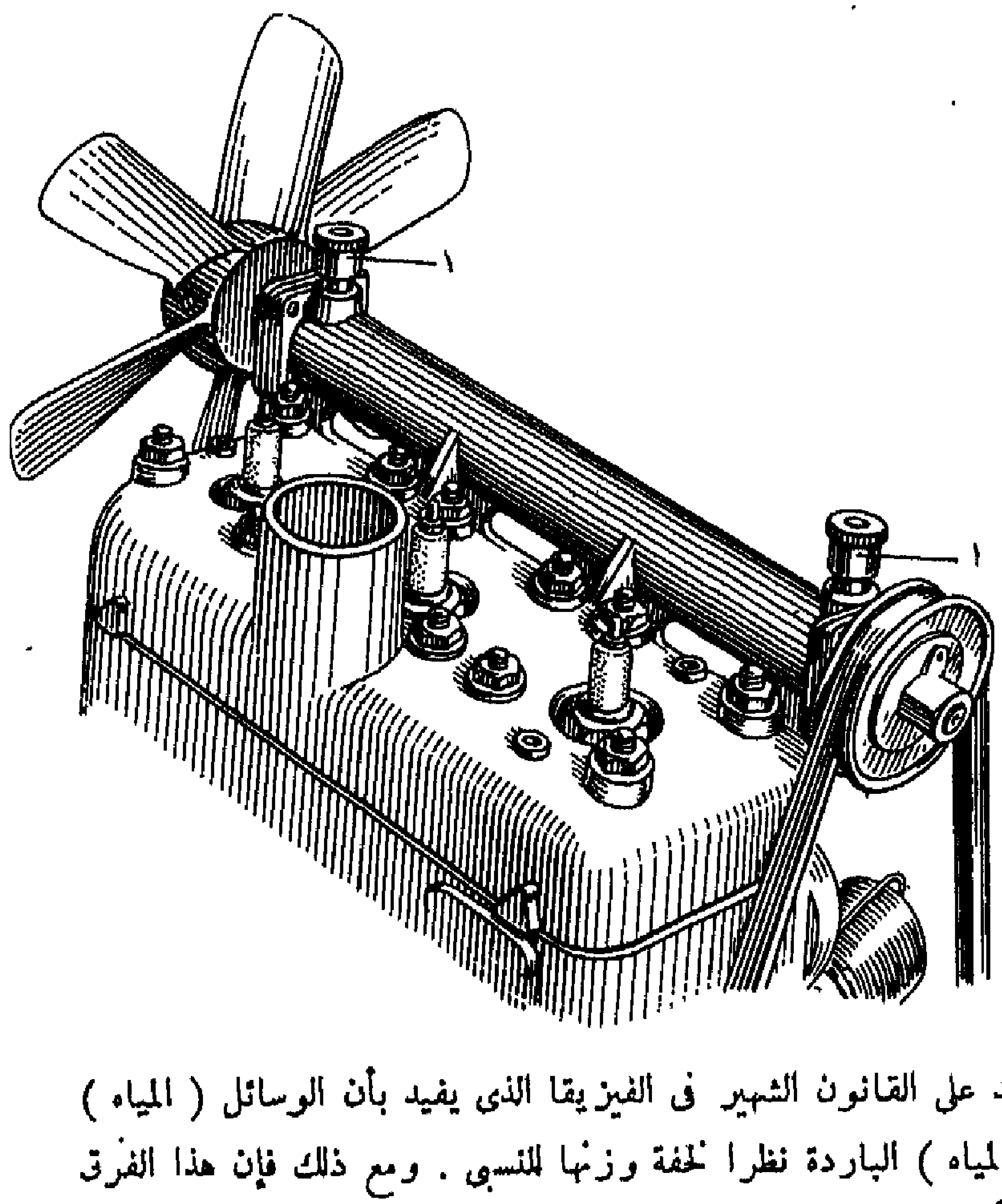
يسرى الماء فى دورة تبريد مغلقة بحيث يحيط باستمرار بمكونات المحرك المعرضة لدرجات الحرارة العالية ، وبذلك تنتقل الحرارة من هذه المكونات إلى الماء . ولهذا الغرض يزود رأس الأسطوانات وكتلة الأسطوانات بمجارى ومسالك للمياه . وتشتمل دورة التبريد بالماء على مشع (رادياديتر) يتعرض فى تبريده للتيار الهوائى الوارد من مروحة المحرك . وعندما يسرى الماء الساخن فى المشع فإنه يبرد بفعل هذا التيار الهوائى (شكل ١٥٤) . ولتقوية تيار الهواء تركب مروحة التهوية خلف المشع على بعد ٥ – ١٠سم منه . وتستمد هذه المروحة حركتها من العمود المرفق عن طريق سير على شكل الحرف «V».

وينبغى تشحيم عمود المروحة بصفة منتظمة بشحم ذى درجة انصهار عالية (الشكل ١٥٥) .

وهناك نوعان رئيسيان من التبريد بالماء ، وهما : التبريد بالمثعب الحرارى (أى التبريد عن طريق السريان الطبيعى للماء) ، والتبريد الجبرى (أى بدفع المـــاء بمضخة) .



شكل (١٥٤) : الفكرة الأساسية فى نظام (دورة) التبريد بالماء .
١ – فتحة الملء بالماء
٢ – أنبوبة تبريد صغيرة
٣ – المشع (الرادياتير)
٤ – سريان ماء التبريد

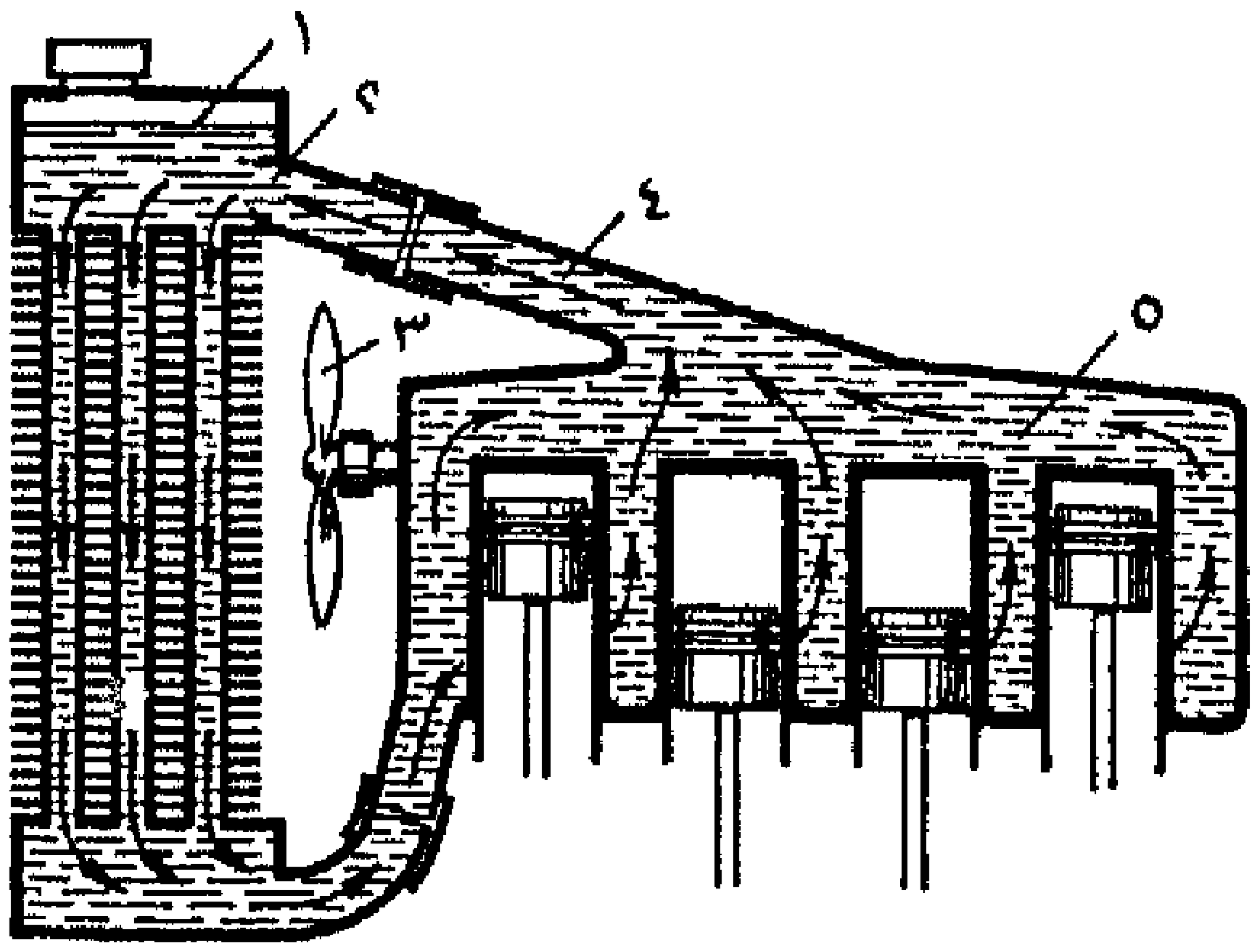


شكل (١٥٥) : كأسا تشحيم عمود المروحة .
١ – كأس التشحيم

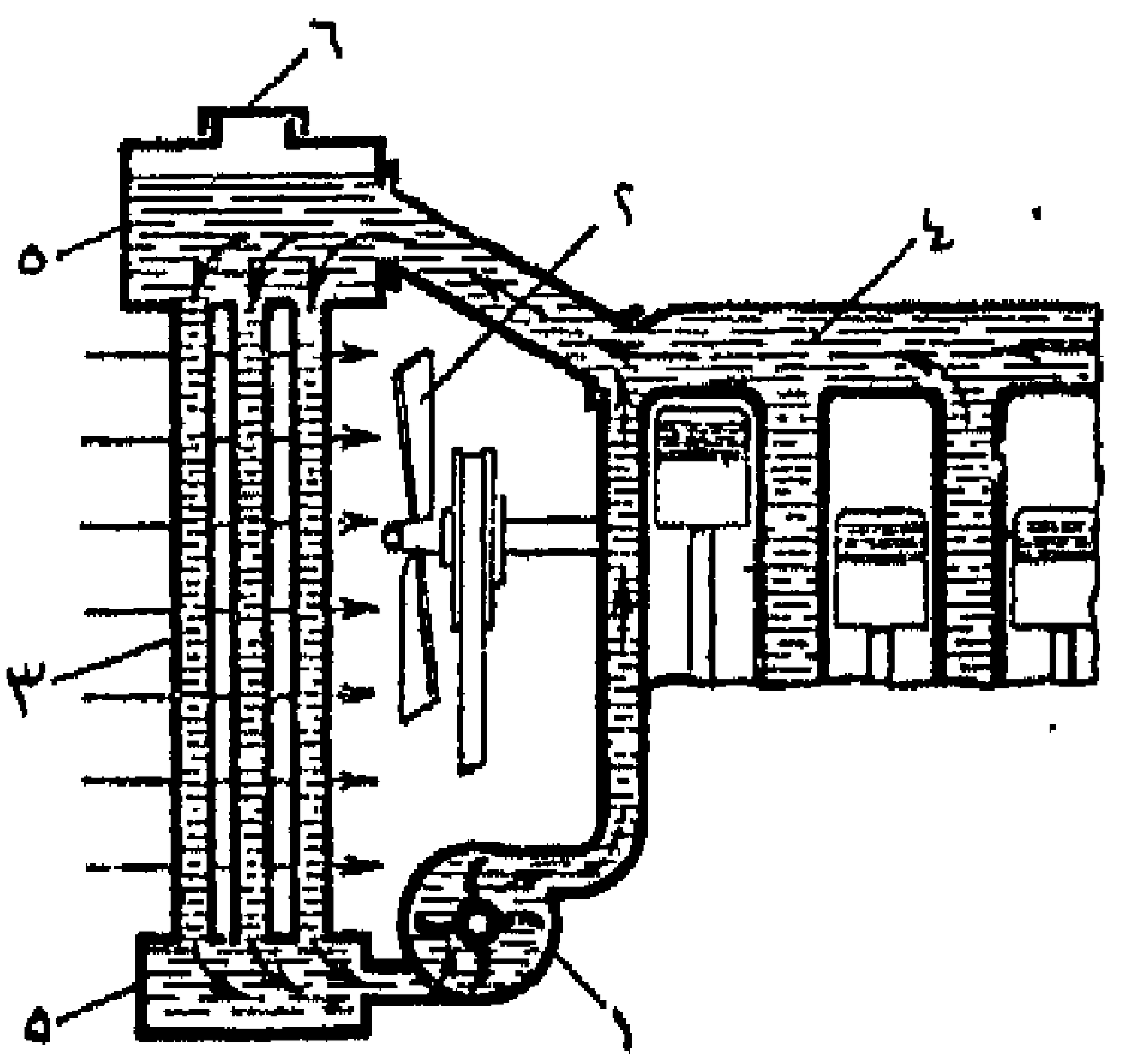
التبريد بالمثعب الحرارى :

ينبنى هذا النوع من التبريد على القانون الشهير فى الفيزيقا الذى يفيد بأن الوسائل (المياه) الساخنة تعلو دائما السوائل (المياه) الباردة نظرا لخفة وزنها للنسبى . ومع ذلك فإن هذا الفرق فى الوزن ضئيل جدا لدرجة أن معدل سريان الماء يكون صغيرا جدا . ولهذا السبب يقتصر استخدام هذا النوع من التبريد على الحرارات الصغيرة التى يصل الحجم المزاح فيها إلى ١٠٠٠ سم^{٣} .

ويوضح الشكل ١٥٦ دورة التبريد بالمثعب الحرارى ، حيث تستخدم المروحة لزيادة معدل سريان الهواء لتحسين تأثير التبريد . ويجب أن تكون دورة سريان الماء دائما مغلقة



شكل (١٥٦) : التبريد بالمثعب الحرارى
١ — مستوى ماء التبريد
٢ — فتحة دخول ماء التبريد
٣ — مروحة التهوية
٤ — ماسورة الماء
٥ — مجارى التبريد ومسالكه



شكل (١٥٧) : الفكرة الأساسية فى التبريد الجبرى .
١ — مضخة الماء ٣ — خياشيم المشع
٢ — مروحة التهوية ٤ — قميص الماء
٥ — المشع (الرادياتير)
٦ — فتحة الملء

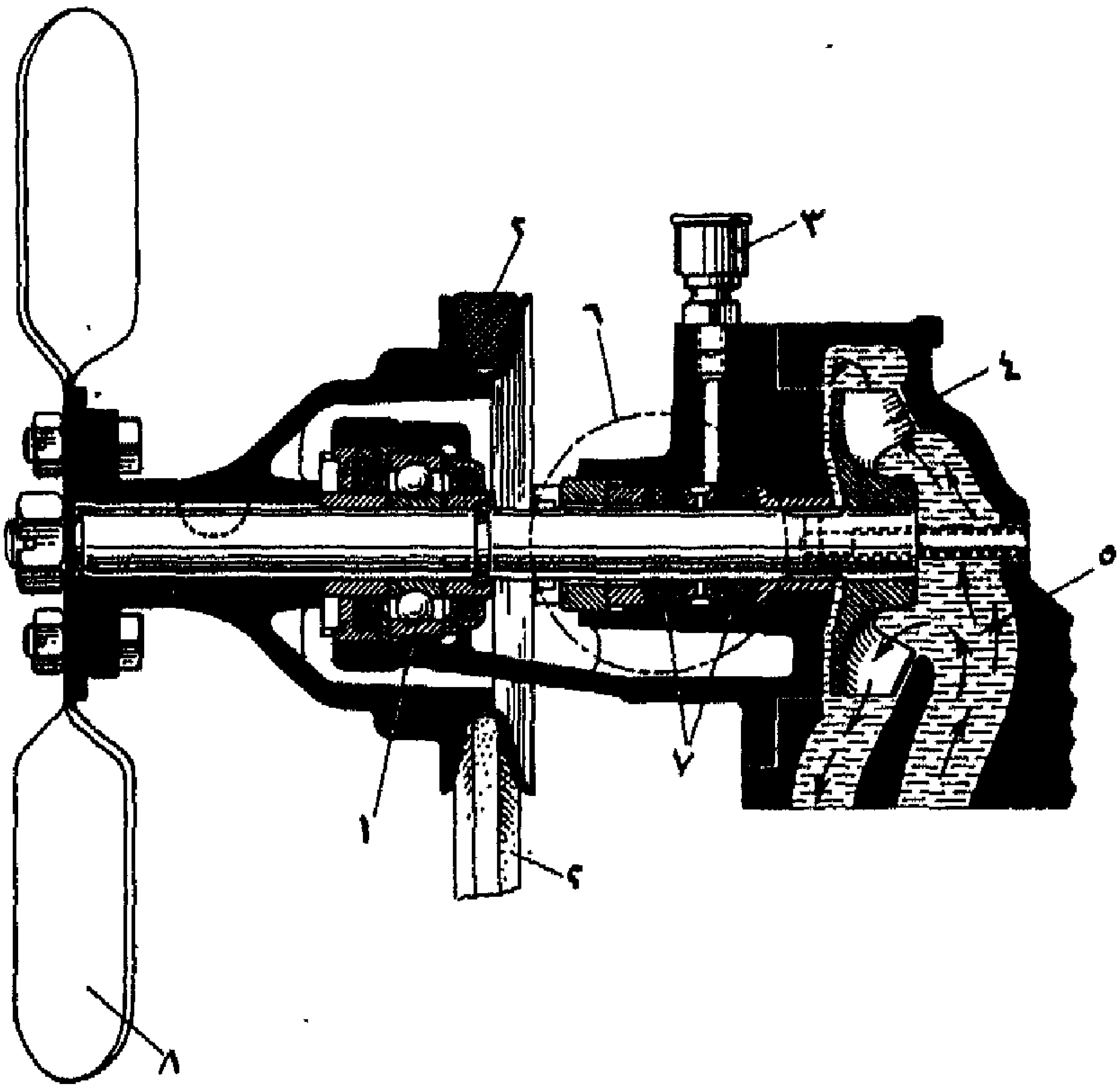
حتى لا يعاق عملها ، وبمعنى آخر فإن مستوى مياه التبريد يجب أن يكون دائما أعلى من فتحات دخول الماء بالدورة .

ويتميز هذا النوع من التبريد بارتفاع درجة حرارة الماء بسرعة بعد بدء حركة (تقويم) المحرك وهو بارد ، فضلا عن أن صيانته لا تتطلب أكثر من استكمال مستوى ماء التبريد به . ويعيب هذا النوع من ناحية أخرى ، حاجته إلى كميات كبيرة من مياه التبريد ، وما يتطلبه ذلك من وجود مشع (رادياتير) كبير الحجم .

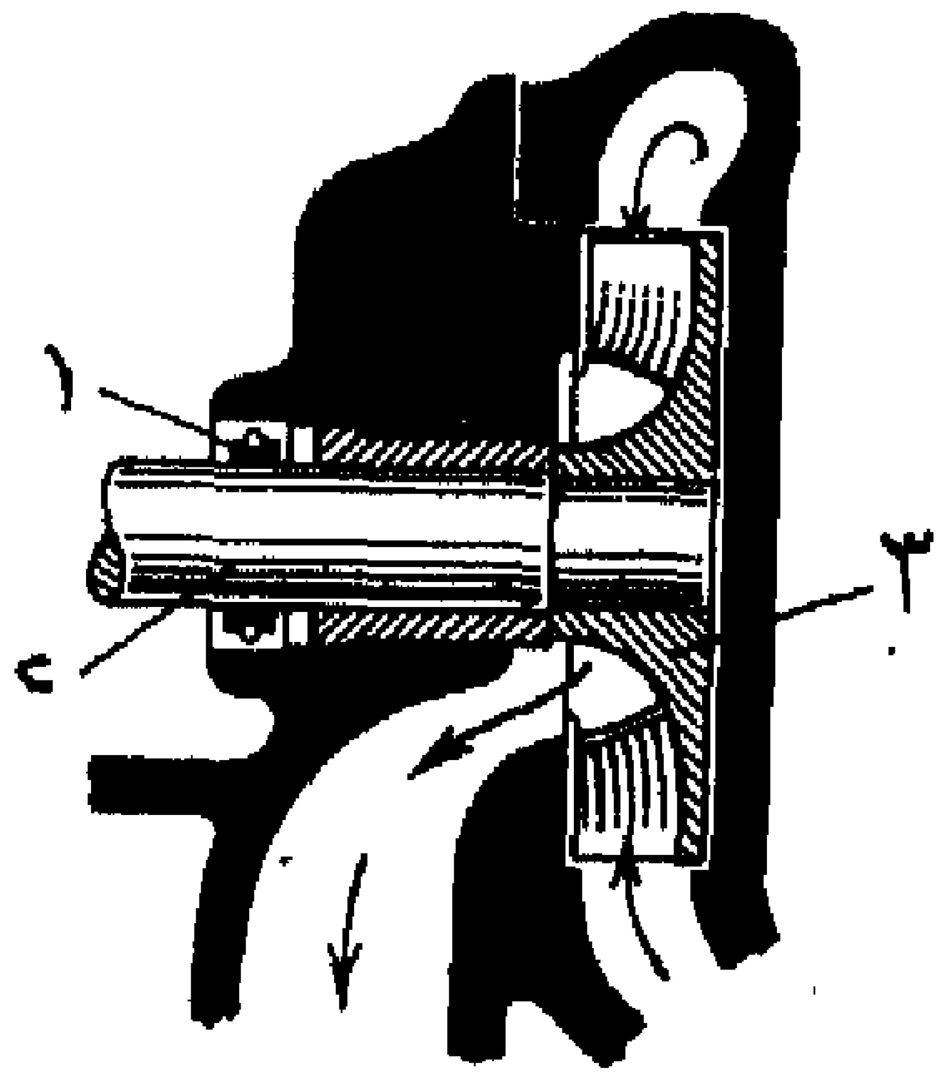
التبريد الجبرى :

تستخدم فى دورة التبريد الجبرى مضخة لدفع ماء التبريد ، تعمل عادة بالطرد المركزى . وهى تدفع الماء من أسفل موضع الدورة عن طريق قنوات الماء بكتلة المحرك .ونظرا لأن المضخة تجعل معدل سريان مياه التبريد كبيرا ، لذلك فإن المشع وكمية الماء اللازمة فى هذه الحالة يكونان أصغر نسبيا .

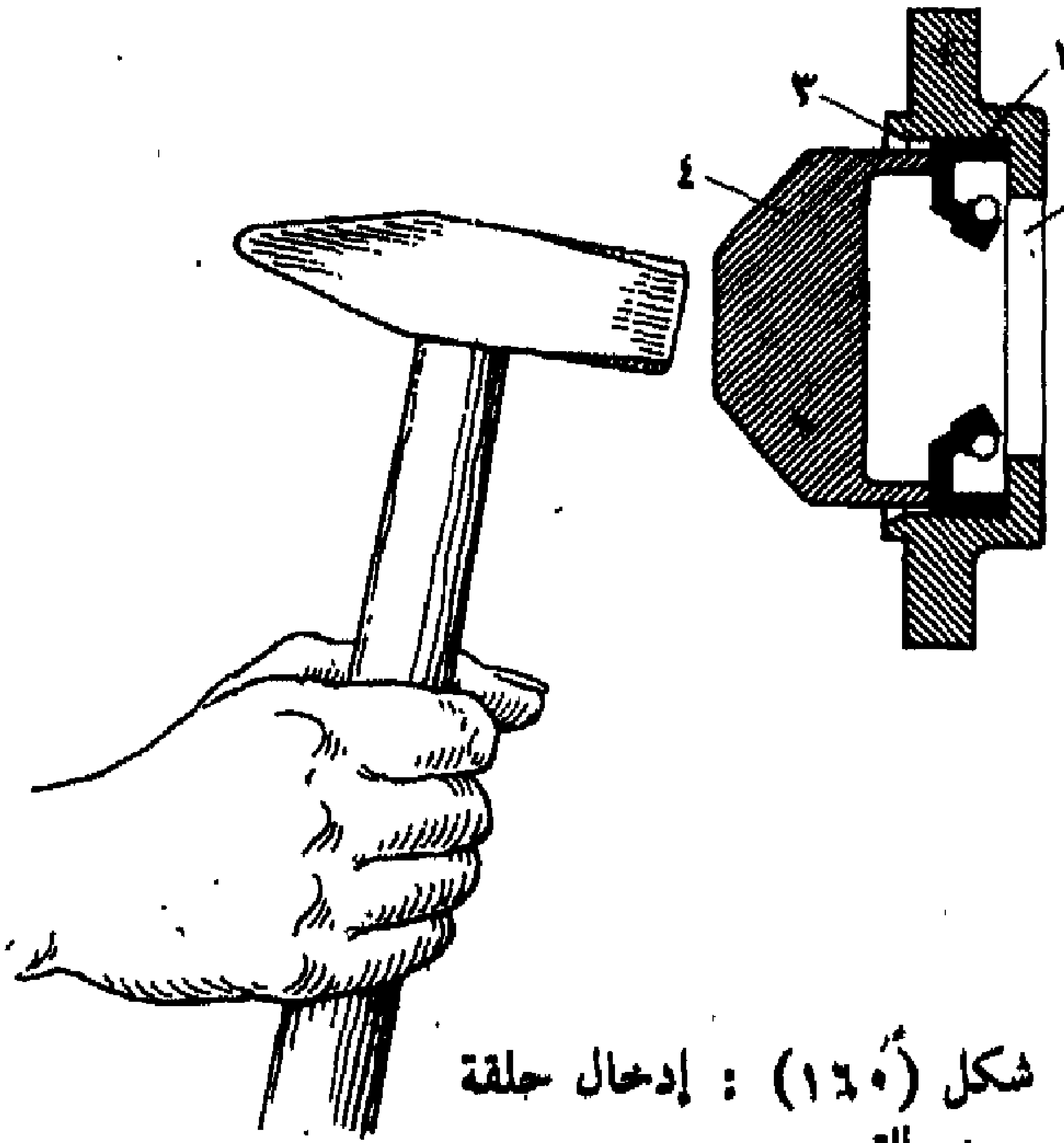
ويوضح الشكل ١٥٧ الفكرة الأساسية التى ينبنى عليها التبريد الجبرى . وفى الجرارات الحديثة تركب مضخة ماء التبريد عادة على عمود المروحة (الشكل ١٥٨) . ويمنع التسرب من أجزاء الدورة بوساطة صندوق حشو أو حلقة منع التسرب (الشكلان ١٥٩ ، ١٦٠) .



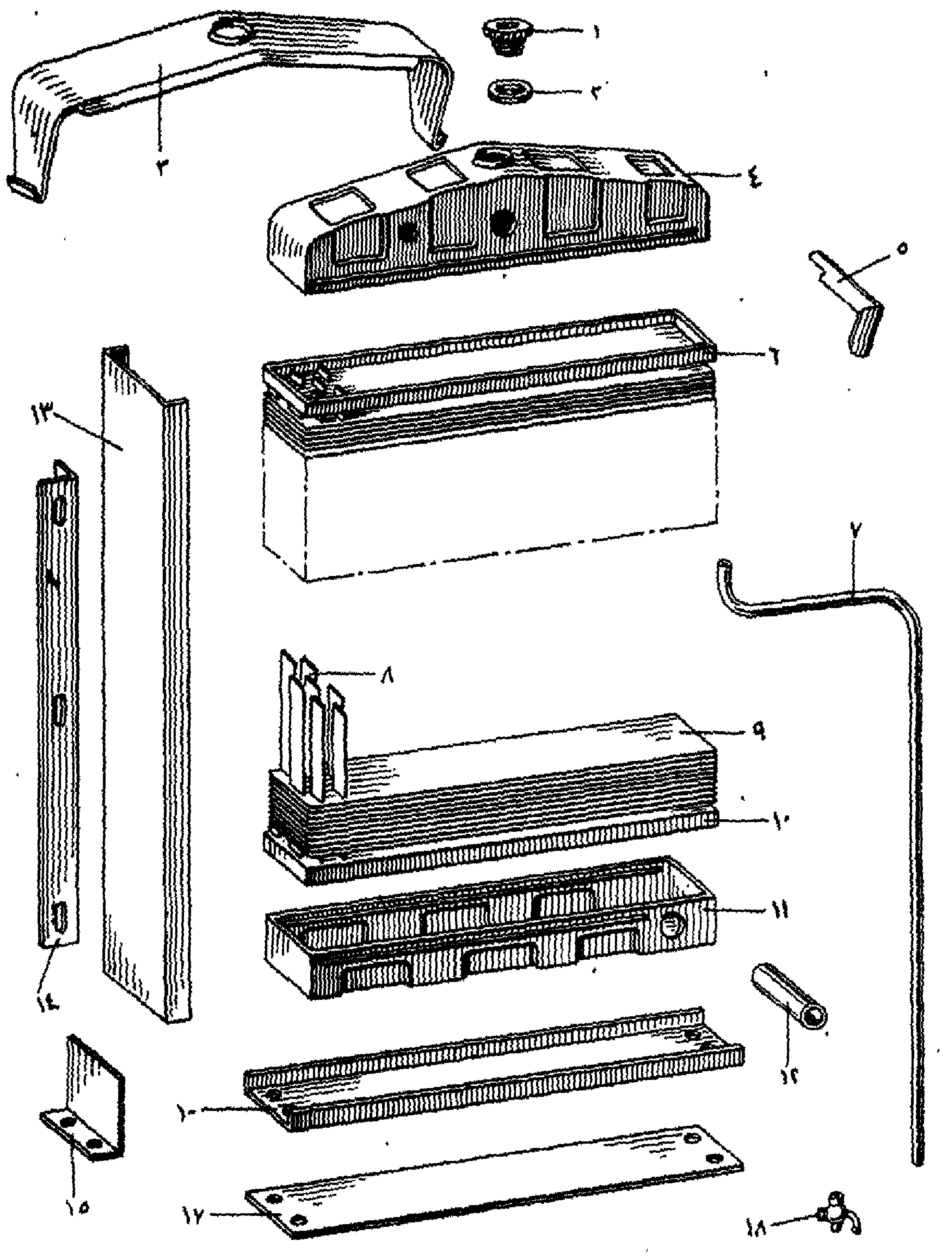
شكل (١٥٨) : مضخة ماء التبريد وهى مركبة على عمود المروحة .
١ – المحمل ذو الكريات (رولمسان البلى) الخاص بعمود المروحة
٢ – سير على شكل الحرف «V»
٣ – كأس تشحيم المضخة
٤ – دفاعة المضخة
٥ – اتجاه سريان ماء التبريد
٦ – صندوق الحشو
٧ – مادة الحشو
٨ – المروحة



شكل (١٥٩) : منع التسرب بوساطة حلقة إحكام (حلقة منع التسرب) .
١ – حلقة منع التسرب
٢ – عمود المروحة والمضخة
٣ – دفاعة المضخة



شكل (١٦٠) : إدخال حلقة منع التسرب .
١ – حلقة منع التسرب
٢ – مقعد عمود المروحة والمضخة
٣ – حافة مشطوبة للتبييت
٤ – ترتيبة مساعدة للتركيب



شكل (١٦١) : مكونات المشع .

١ — غطاء مقلوظ	٢ — حلقة منع التسرب	٣ — شريط معدنى
٤ — خزان الماء العلوى	٥ — ماسورةالدخول(الملء)	٦ — القاع العلوى
٧ — ماسورة الفائض	٨ — ماسورة مبططة	٩ — الألواح الخارفة للهواء
١٠ — القاع السفلى	١١ — خزان الماء السفلى	١٢ — ماسورة الرجوع
١٣ — الإطار الجانبي	١٤ — الحامل الجانبي	١٥ — زاوية سند
١٦ — مجرى على شكل الحرف « U »	١٧ — اللوح السفلى	١٨ — محبس التصريف

(د) المشع (الرادياتير) :

يعتبر المشع جهاز مبادلة حرارية يستخدم لتبريد الماء المسخن فى المحرك نتيجة لعملية الاحتراق . ويركب المشع فى دورة التبريد بحيث يسرى تيار الهواء الجديد باستمرار متخللا مواسيره المملوءة بالماء ، حاملا معه الحرارة المكتسبة فيها ؛ فتنخفض نتيجة لذلك درجة حرارة ماء التبريد .

وقد يواجه الجرار فى أثناء تشغيله ريحا ضعيفة نسبيا عندما يتحرك بسرعات منخفضة ليكون عزمه كبيرا . ولذلك يجب اختيار المشع بحيث تكون سعته كبيرة بما فيه الكفاية ، أى بحيث تكفى المياه التى يحتويها لتحقيق الأثر المطلوب من التبريد .

ويتكون المشع من الأجزاء التالية التى يبينها الشكل ١٦١ :

– الإطار ، أو الغلاف

– قلب المشع

– خزان الماء العلوى ، وبه : فتحة الملء ، وماسورة الدخول (الملء) ، وماسورة الفائض .

– خزان الماء السفلى ، وبه : ماسورة الرجوع ، ومحبس التصريف .

وتوضع وسائد (مساند) من اللباد أو المطاط ثخانتها حوالى ٤ مم بين أسطح تلامس إطار المشع مع الإطار المعدنى للجرار ، للعمل بمثابة وسيط ملطف . وبهذه الكيفية لا تنتقل اهتزازات المحرك إلى المشع ، كما لا تؤثر فيه اعوجاجات إطار الجرار المعدنى . ويتصل المشع بكتلة المحرك عن طريق خراطيم . ويمنع التسرب من وصلات المواسير بوساطة مشابك الخراطيم (الكوليهات) التى يتكون المشبك (الكوليه) الواحد منها من شريحة معدنية عرضها ٥ مم تربط بمسمار خاص .

وتقسم المشعات إلى الأنواع الرئيسية التالية :

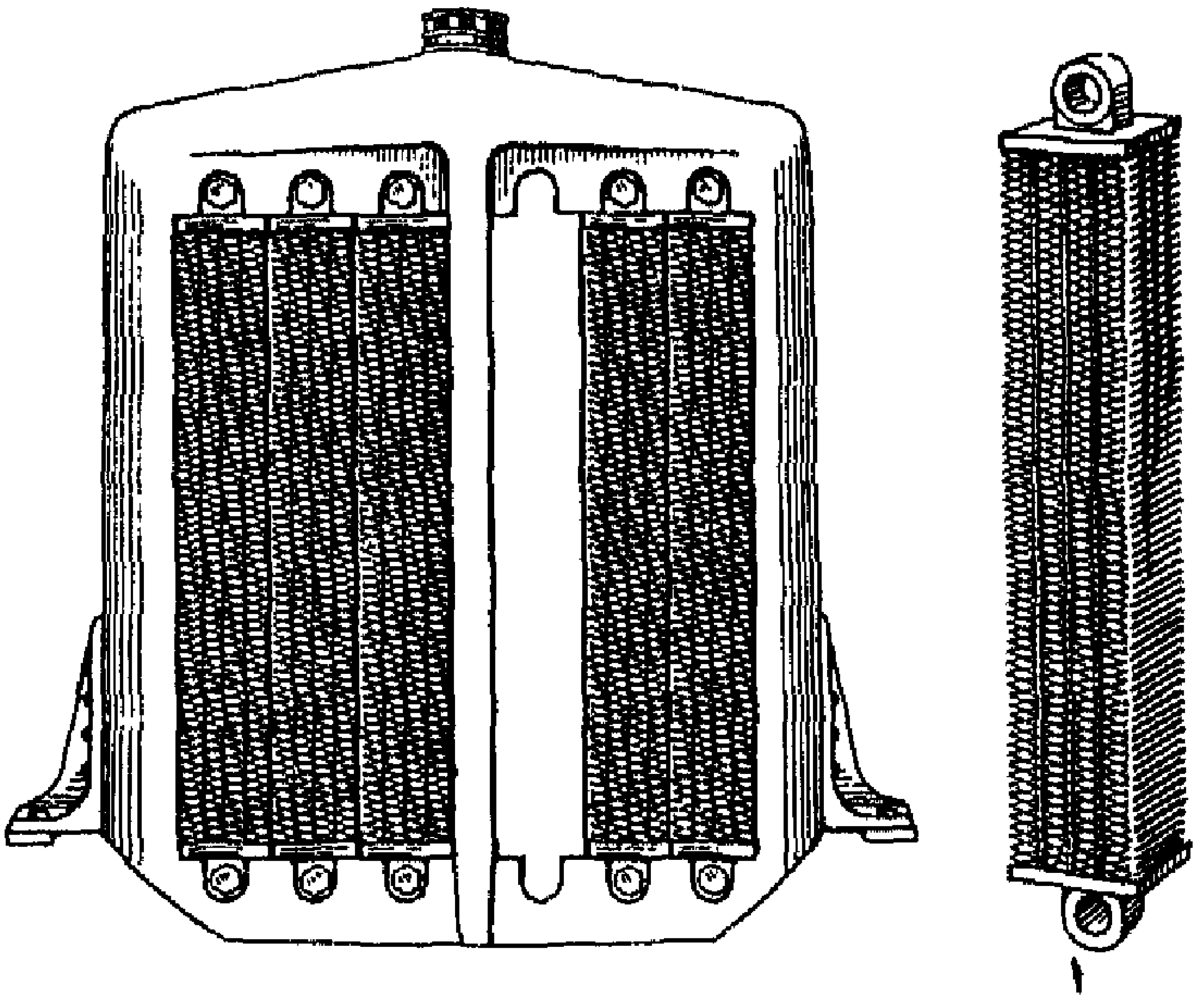
المشع ذو القلب المجزأ ، والمشع المضلع ، والمشع ذو أنابيب الماء ، والمشع ذو أنابيب الهواء .

والمشع ذو أنابيب الماء هو أكثر المشعات استخداما فى صناعة الجرارات .

المشع ذو القلب المجزأ :

يتضح من الشكل ١٦٢ أن قلب المشع مكون من عدة أجزاء مستقلة ، تعرف باسم عناصر التبريد ، تربط بخزانى المشع العلوى والسفلى بمسامير .

ويتميز هذا التصميم بأنه فى حالة تلف أو تعطل أى عنصر تبريد فى المشع ، يمكن استبدال عنصر تبريد جديد به بسهولة . كما يظل المشع ذو القلب المجزأ فى حالة تشغيل جيدة إذا استغنى عن أحد عناصر التبريد به . وغنى عن القول ضرورة منع التسرب من فتحات التوصيل . وينبغى بالإضافة إلى ذلك عدم تسخين ماء التبريد أكثر من اللازم .



شكل (١٦٢) : المشع ذو القلب المجزأ .
١ — عنصر التبريد

المشع المضلع :

يوضح الشكل ١٦٣ رسما للمشع المضلع الذى يعرف كذلك باسم المشع ذى الخياشيم أو المشع ذى الزعانف . ويتكون الخيشوم أو الزعنفة من لوحين رقيقين متوازيين وملحومين بالقصدير من نهايتيهما بخزانى المياه العلوى والسفلى ، كما أنهما محكمان ضد التسرب. ولزيادة متانة المشع ، يوصل الخيشوم (أو الزعنفة) بشريط معدنى متعرج ، أو يتخذ هو نفسه هذا الشكل المتعرج . ويسرى ماء التبريد داخل الخياشيم .

المشع ذو أنابيب الهـــواء :

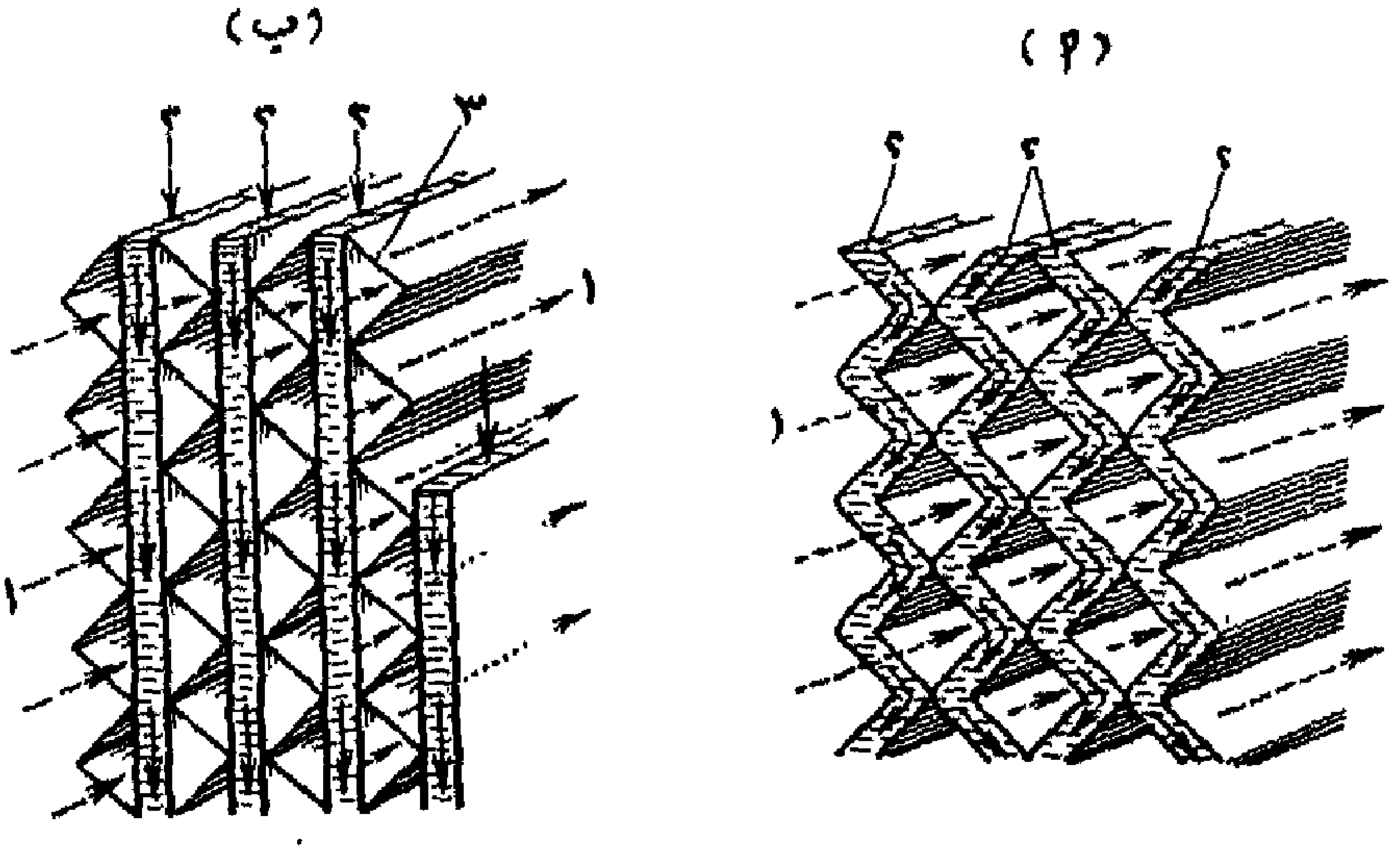
يصنع هذا النوع من المشعات من مواسير مرتبة ترتيبا أفقيا (تشير إلى اتجاه السريان) يسرى فيها هواء التبريد . ويحيط ماء التبريد بهذه المجموعة من المواسير المنفصلة التى يجمعها قلب المشع (شكل ١٦٤) .

المشع ذو أنابيب المـاء :

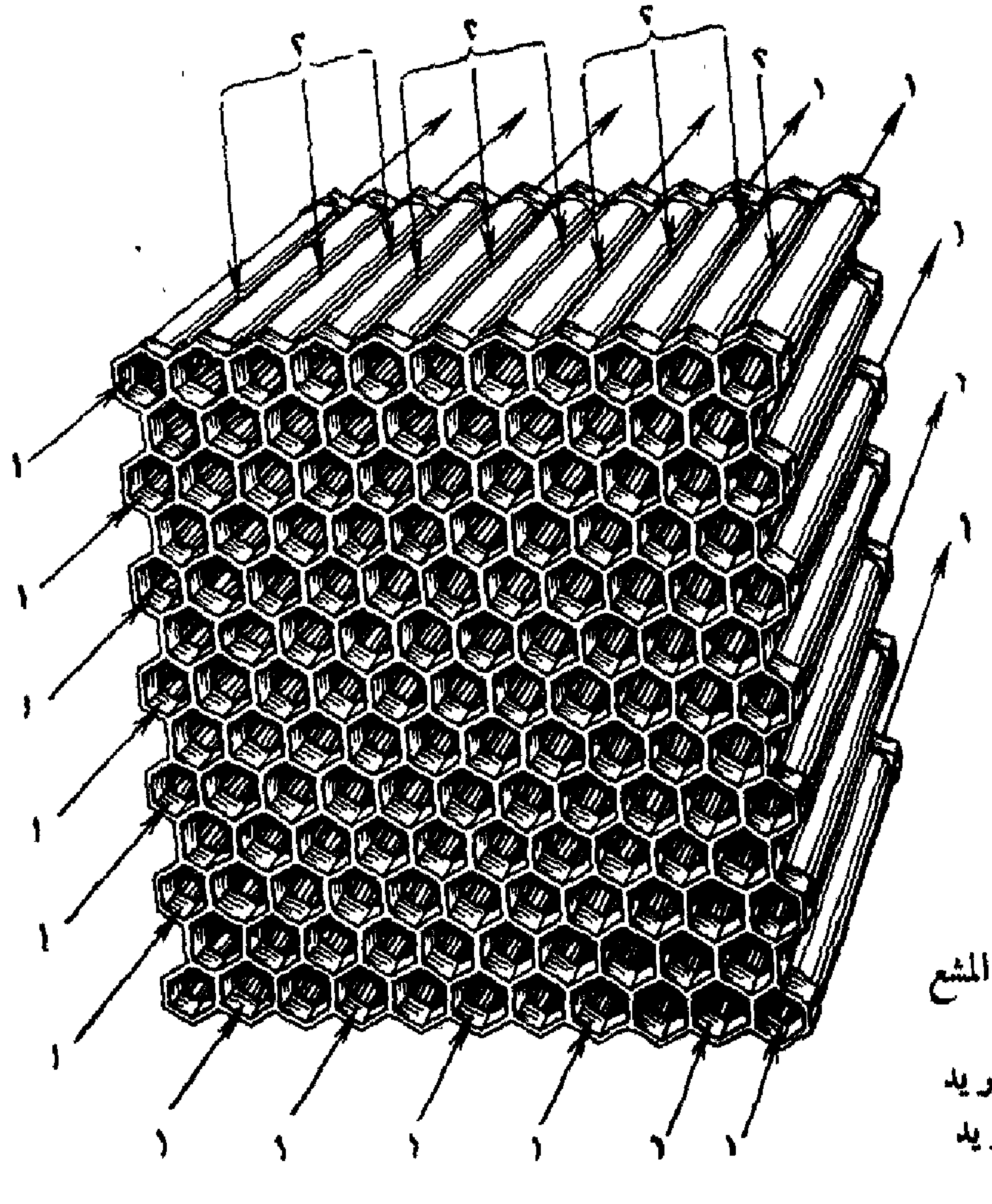
وفيه يوصل خزانات الماء العلوى والسفلى بأنابيب مرتبة ترتيبا رأسيا يسرى فيها ماء التبريد . والألواح الرقيقة المرتبة ترتيبا أفقيا توجه تيار الهواء إلى الأنابيب مباشرة فتحسن من أثر التبريد . ويتميز هذا المشع بمتانته وسهولة صنعه ، لذلك يغلب استخدامه فى الجرارات (شكل ١٦٥) .

(هـ) وسائل تنظيم درجات حرارة ماء التبريد :

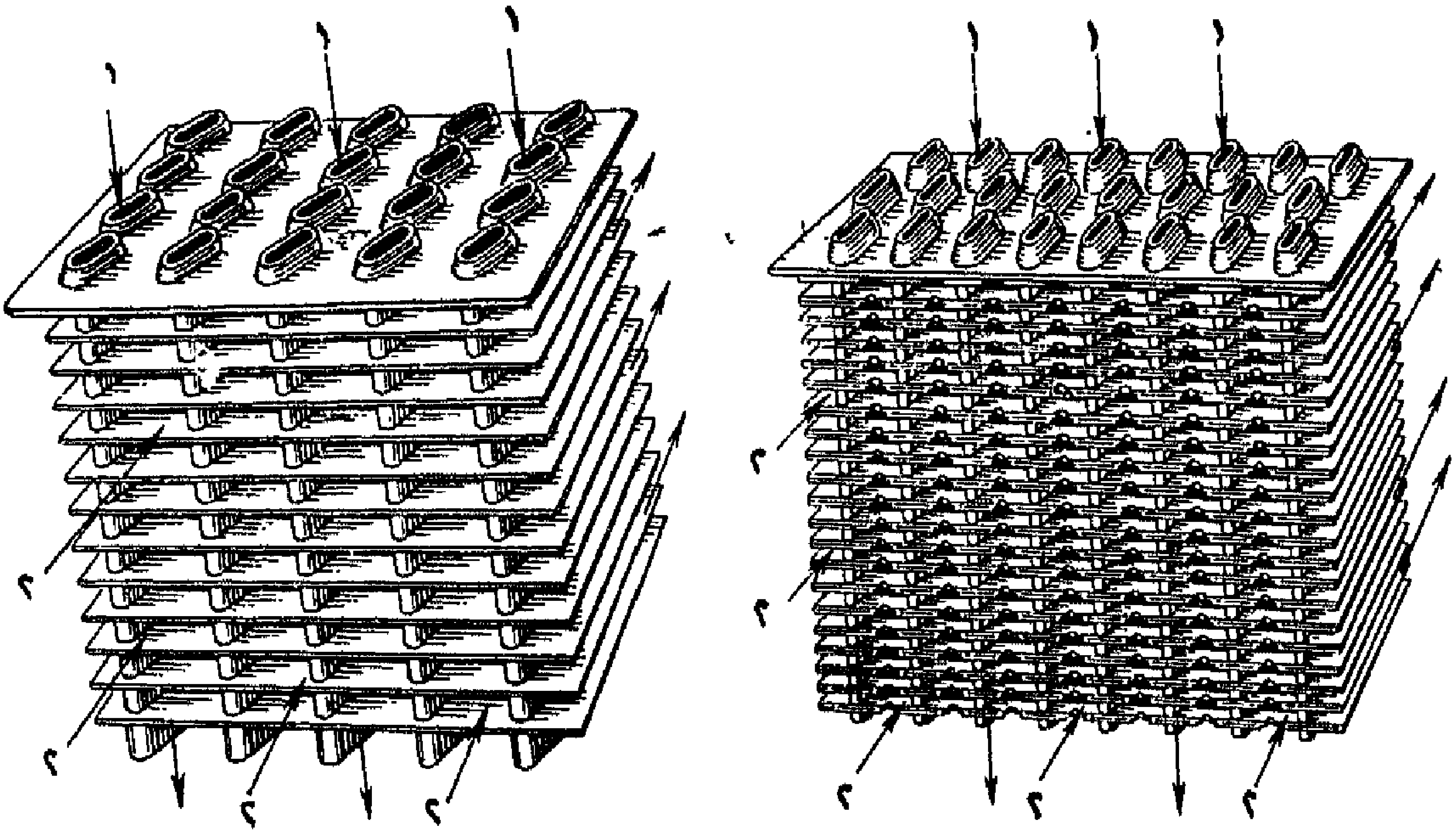
للمحافظة على درجة حرارة التشغيل المحددة فى نطاق ثابت ينبغى تنظيم سريان ماء التبريد وفقا لقدرة خرج المحرك والأحوال الجوية . وهذا التنظيم له أهمية خاصة فى الجرارات للتحكم



شكل (١٦٣) : مشع مضلع ، أو ذو خياشيم .
(أ) خياشيم متعرجة (ب) زعانف أو أضلع مستقيمة (عدلة)
١ — مسرى هواء التبريد ٢ — مسرى ماء التبريد ٣ — لوح التقوية



شكل (١٦٤) : المشع ذو أنابيب الهواء .
١ — مسرى هواء التبريد
٢ — مسرى ماء التبريد



شكل (١٦٥) : المشع ذو أنابيب الماء .
١ – أنابيب الماء ٢ – مسرى هواء التبريد

فى قدرة خرج المحرك واستهلاك الوقود والتآكل ، نظرا لتشغيلها عادة فى ظروف متغايرة . وتقع درجات التشغيل فى المعتاد بين ٧٥°م ، ٩٠°م . ويجب على أية حال الالتزام بدرجات الحرارة المحددة فى كتيب إرشادات التشغيل . ويركب أمام المشع فى الغالب حاجز هواء ، يعرف باسم المصراع أو الستارة ، يمكن تشغيله من مقعد السائق (شكل ١٦٦) . ويستخدم هذا الحاجز لتغطية المشع جزئيا أو كلية للتحكم فى كمية الهواء المارة به .

الترموستات :

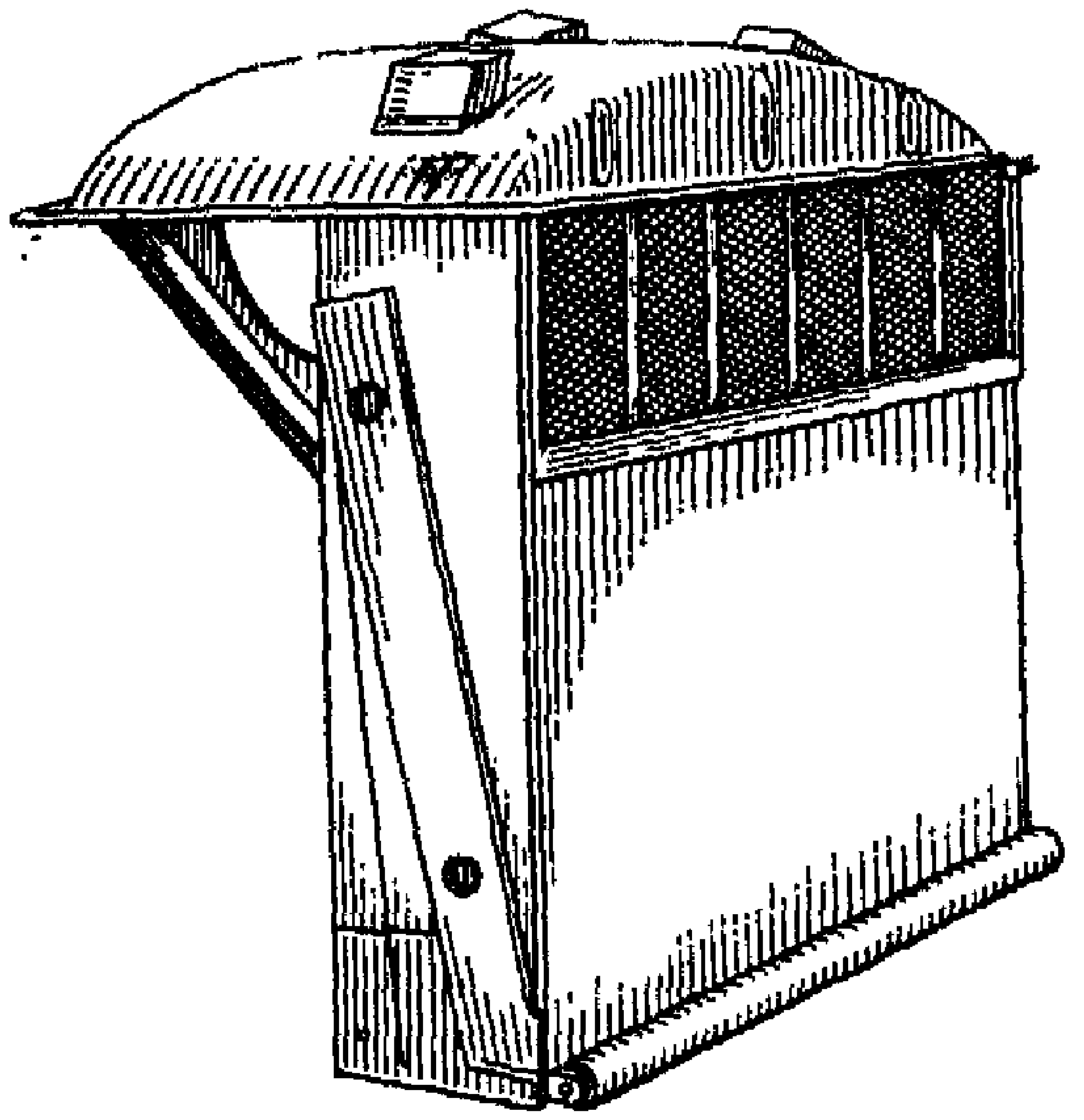
الترموستات وسيلة أخرى تدخل فى دورة التبريد لتنظيم درجة حرارة ماء التبريد (شكل ١٦٧) . وهو يحتوى على سائل سريع التطاير . وبمجرد أن يبدأ سائل الترموستات فى التبخر ينفتح الصمام ، فيبدأ السريان الجبرى لماء التبريد . وإذا انغلق الصمام يسرى ماء التبريد من المضخة إلى المحرك مباشرة (أى دون المرور بالمشع لإدخاله فى الدورة ، إلا إذا وصلت درجة الحرارة إلى درجة حرارة التشغيل) .

ترمومتر التحكم من بعد :

يركب ترمومتر التحكم من بعد بلوحة أجهزة البيان (التابلوه) لقياس درجة حرارة ماء التبريد والتحكم فى درجة حرارة التشغيل . وهو يزود فى الغالب بلمبة إنذار حمراء تصدر ومضات بمجرد أن تتعدى درجة حرارة ماء التبريد الحد المقرر لدرجة حرارة التشغيل.

(و) ملاحظات تتعلق بالصيانة والإصلاح :

١ – قبل البدء فى تشغيل المحرك يختبر مستوى الماء فى المشع .



شكل(١٦٦) : حاجز الهواء الذي يركب أمام المشع .

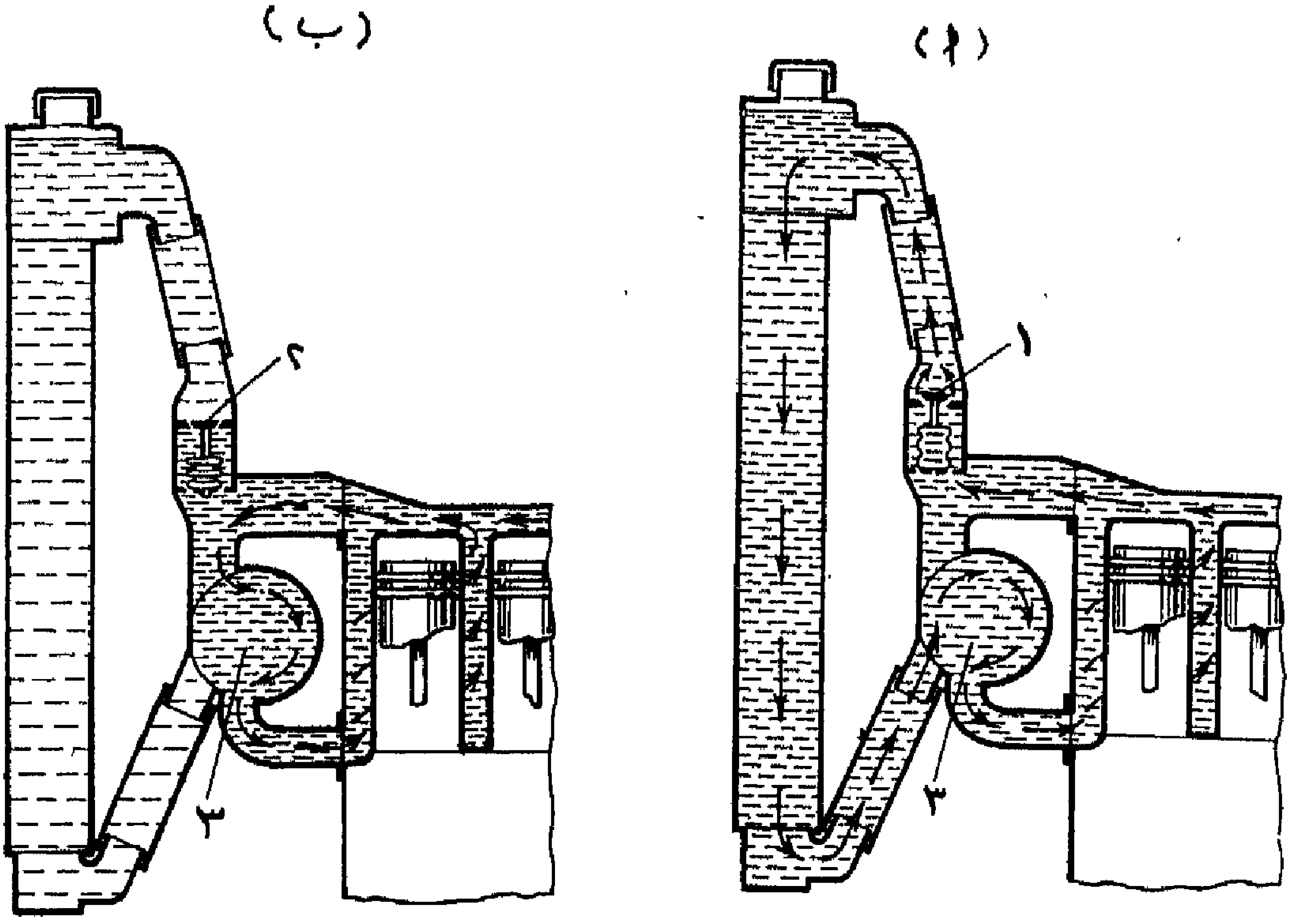
٢ – يجب أن يكون المشع وخياشيمه (زعانفه) خالية دائما من أية جسيمات غريبة ، ولا يسمح بانسدادها إطلاقا. وينبغي إزالة الحشرات وأجزاء النباتات التي قد تكون انحشرت بين الخياشيم .

٣ – يضر بدورة التبريد وجود أية كمية من المواد المعدنية التي يحتويها الماء ، صغيرة كانت هذه الكمية أم كبيرة . فالمواد المعدنية تترسب في المشع وفي مجارى الماء بالمحرك مكونة طبقة من القشور تضيق مقاطع المواسير ومجارى الماء فتقل تبعا لذلك كمية الحرارة المنقولة . ولتفادى تكون هذه الرواسب ينبغي الالتزام باستخدام المياه المغلية أو مياه الأمطار المرشحة . ولإزالة طبقة القشور المترسبة يستخدم محلول من حمض الكبريتيك تركيزه ٢,٥٪ (يضاف $\frac{1}{4}$ لتر من حمض الكبريتيك إلى كل ١٠ لتر ماء) . وتتوقف كمية المحلول المطلوب إعدادها على سعة دورة التبريد ، ويصب هذا المحلول في دورة التبريد حتى تمتلئ به تماما . وينبغي عدم إغلاق فتحة ملء المشع نظرا لتكون الفقاعات الغازية بعد الملء ، ثم يدار المحرك بسرعة التباطؤ . وبعد حوالى ١٠ دقائق يصرف المحلول ، وينبغي ألا يكون ساخنا بل تكون درجة حرارته متوسطة . وبعد ذلك تغسل الدورة بعناية وتنظف بالمياه النقية للتخلص من أية رواسب سائبة من القشور أو أية بقايا من الحمض . ويحظر تصريف ماء التبريد من المحرك وهو لايزال ساخنا ، لأن التبريد السريع (المفاجيء) له قد يولد انفعالات في كتلة المحرك تضر بها .

٤ – يجب أن تكون كمية ماء التبريد الموجودة بالمشع كافية لتحقيق السريان الصحيح . لذلك ينبغي أن يكون مستوى الماء أعلى من فتحة الدخول بالدورة .

٥ – ينبغي تنظيف دورة التبريد بعد كل ٥٠ ساعة على الأقل من ساعات التشغيل. ولهذا الغرض يصب محلول الصودا في الدورة بنسبة ٥٪ ، ثم يصرف الماء من الدورة بعد ٨ ساعات تشغيل . وبعد ذلك تغسل الدورة وتنظف كلية بالمياه النقية .

٦ – إذا كان ماء التبريد يغلى يحظر فك غطاء فتحة الملء ، لأن بخار الماء المتسرب بسرعة قد يسبب إصابات بالغة .



شكل (١٦٧) : الفكرة الأساسية فى تشغيل الترموستات .
(أ) صمام الترموستات وهو مفتوح ليدخل المشع فى دورة مساء التبريد .
(ب) صمام الترموستات وهو مغلق ليسرى مساء التبريد من المضخة إلى المحرك مباشرة (أى دون إدخال المشع فى الدورة)

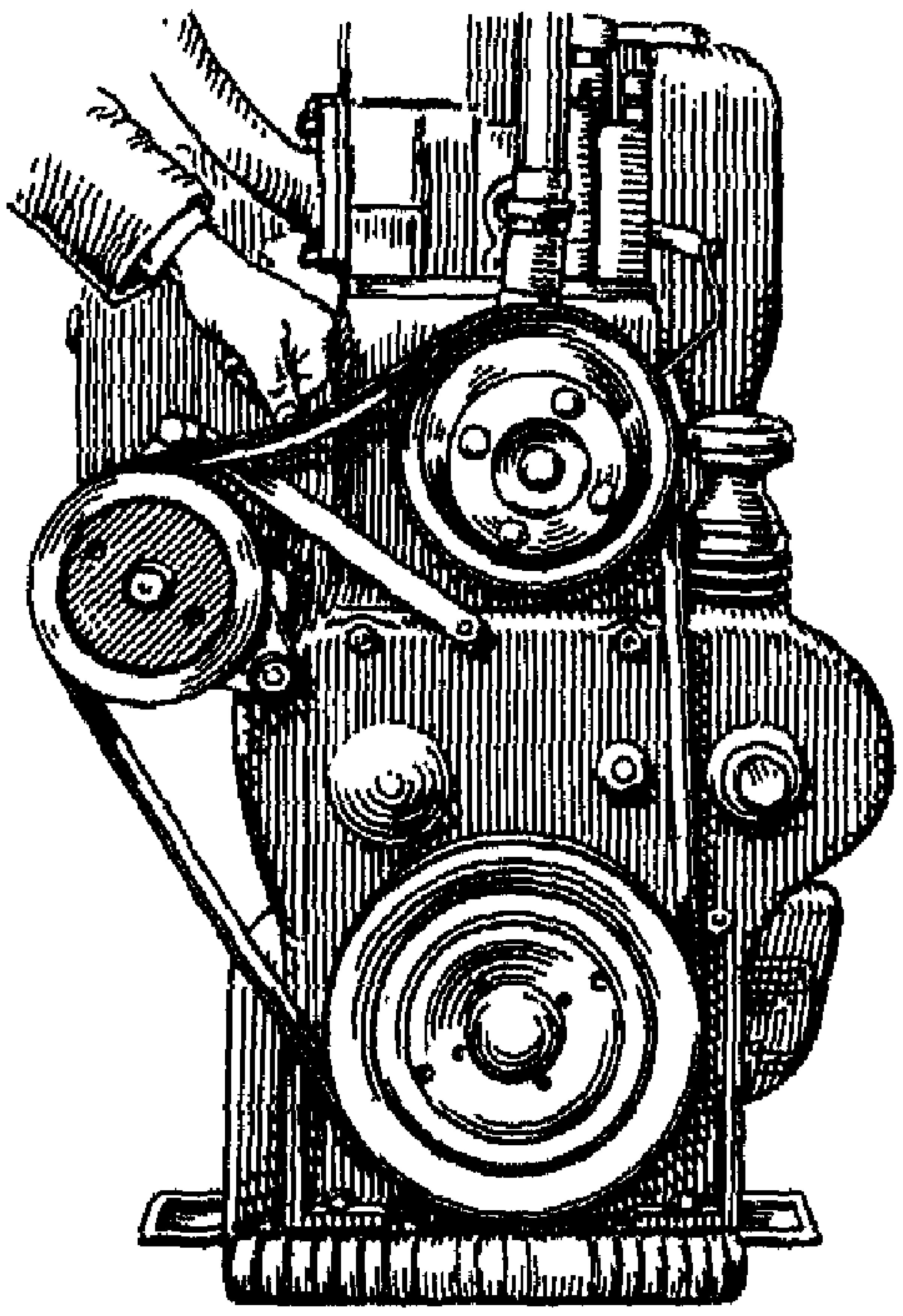
١ – الصمام وهو مفتوح ٢ – الصمام وهو مغلق ٣ – مضخة الماء

٧ – يحظر ، بأى شكل ، صب الماء البارد فى المشع وهو ساخن حتى لا تتولد انفعالات فى بنية معدن كتلة المحرك ، نتيجة للفرق بين درجتى الحرارة ، فتتسبب فى حدوث شدوخ (شروخ) بها .

٨ – يجرى إصلاح العيوب فى شبكة أنابيب قلب المشع عن طريق لحام السمكرة . وينبغى العناية بالتخلص كلية من أية بقايا من سائل اللحام الحمضى ، وذلك باستخدام محلول قلوى أو مياه كافية بعد اللحام . ويمكن معادلة تأثير سائل اللحام على المعادن – من حيث الصدأ – بإضافة محلول الأمونيا (ن يدم). ويجب إضافة الكية الكافية من هذا المحلول حتى تنعدم رائحة السائل أو تكاد . وبهذه الكيفية يمكن تفادى حدوث تلفيات بسبب الصدأ .

٩ – ينبغى اختيار صندوق الحشو ، الخاص بمنع التسرب من مضخة ماء التبريد ، بصفة منتظمة مع إحكام رباطة إذا لزم الأمر . وبالإضافة إلى ذلك يجب تشحيم المضخة بعد كل ١٠ ساعات من ساعات التشغيل . ويحظر الإهمال فى ذلك .

١٠ – لا يمكن لمضخة ماء التبريد تأدية عملها على الوجه الصحيح إلا إذا كان السير ،



شكل (١٦٨) : اختبار الشد فى السير .

الذى على شكل الحرف «V» ، مشدودا بالقدر المحدد . ويكون الشد فى السير صحيحا إذا لم يترخم (يرتخ) السير أكثر من ٢ سم عندما يضغط عليه بالإصبع الإبهام فى منتصفه ، كما هو موضح فى الشكل ١٦٨ .

١١ – إذا تكونت قطرات ماء متجمدة فى دورة التبريد – فى الأجواء الصاقعة – فإنها تتسبب فى حدوث تلفيات جسيمة فيها . فالمعروف أن الماء يتمدد (أى يزداد حجمه) عند تجمده . وإذا حدث ذلك فلا يمكن تجنب حدوث شدوخ (شروخ) فى كتلة المحرك والمشع .

وعند إيقاف الجرارات فى أماكن الانتظار (الجراجات) بالعراء ، يجب تصريف مياه التبريد منها بمجرد حدوث الصقيع . كما يجب ترك جميع محابس تصريف المياه مفتوحة .

وينصح فى هذه الحالة بوضع غطاء فتحة ملء المشع على مقعد السائق من قبيل تذكيره بوجوب ملء المشع بالماء قبل البدء فى تشغيل الجرار . ولهذا الغرض يمكن كذلك وضع لوحة تعليمات (لافتة) يكتب عليها مثلا « لا يوجد بالمشع ماء للتبريد » . ومن الأهمية بمكان اتخاذ هذا الإجراء فى حالة تشغيل الجرار بنظام الورديات .

ويجب استخدام الماء المسخن مقدما كلما أمكن ذلك لإعادة ملء المشع . فى هذه الحالة يسهل بدء تشغيل المحرك ، كما تتم دورة التزييت بسرعة ، وينبغى عدم إغلاق محابس التصريف قبل بدء نزول ماء التبريد منها .

ولمنع مياه التبريد من التجمد تضاف إليها مادة منع التجمد . ومن مواد منع التجمد السائلة المناسبة : الكحول ، والخاليط التجارية .

وينبغى الالتزام بنسبة الخلط المحددة . وتطبق فى هذه الحالة القاعدة التالية :

(ا) إذا كانت درجة حرارة الجو المحيط — ١٢° م :

يضاف جزء واحد بالحجم من مادة منع التجمد إلى كل خمسة أجزاء من الماء .

(ب) إذا كانت درجة حرارة الجو المحيط — ٢٠° م :

يضاف جزء واحد بالحجم من مادة منع التجمد إلى كل جزأين من الماء .

(ج) إذا كانت درجة حرارة الجو المحيط — ٣٠° م :

تضاف أربعة أجزاء بالحجم من مادة منع التجمد إلى كل خمسة أجزاء من الماء .

وتخلط مياه التبريد بمادة منع التجمد فى وعاء نظيف . ويجب تقليب الخليط كلية قبل الملء به . ومادة منع التجمد لا تتبخر عموما ، فى حين يتبخر الكحول . وإذا لوحظ أى فقد فى ماء التبريد فى أثناء التشغيل نتيجة للبخر ، فيجب استكمال دورة التبريد بالمياه النقية فقط إذا كانت مادة منع التجمد قد أضيفت من قبل .

أما إذا فقدت أية كمية من مادة منع التجمد فيجب استعواضها .

وإذا تبين أن الفقد فى مياه التبريد كان نتيجة للتسرب فن الطبيعى فى هذه الحالة إضافة مادة منع التجمد .

وعلاوة على ذلك يجب التنبه إلى أن معامل التمدد الحرارى لمياه التبريد المحتوية على خليط منع التجمد أكبر من معامل التمدد الحرارى للمياه النقية . وينبغى أخذ هذا فى الاعتبار عند ملء دورة التبريد ، حتى لا يفيض الماء عندما يصبح ساخنا .

وعندما يكون الجو صاقعا يركب غطاء (حاجز) المشع للمحافظة على درجة حرارة التشغيل اللازمة للمحرك . ويمكن فتح غطاء المشع جزئيا أو كليا فى أثناء التشغيل .

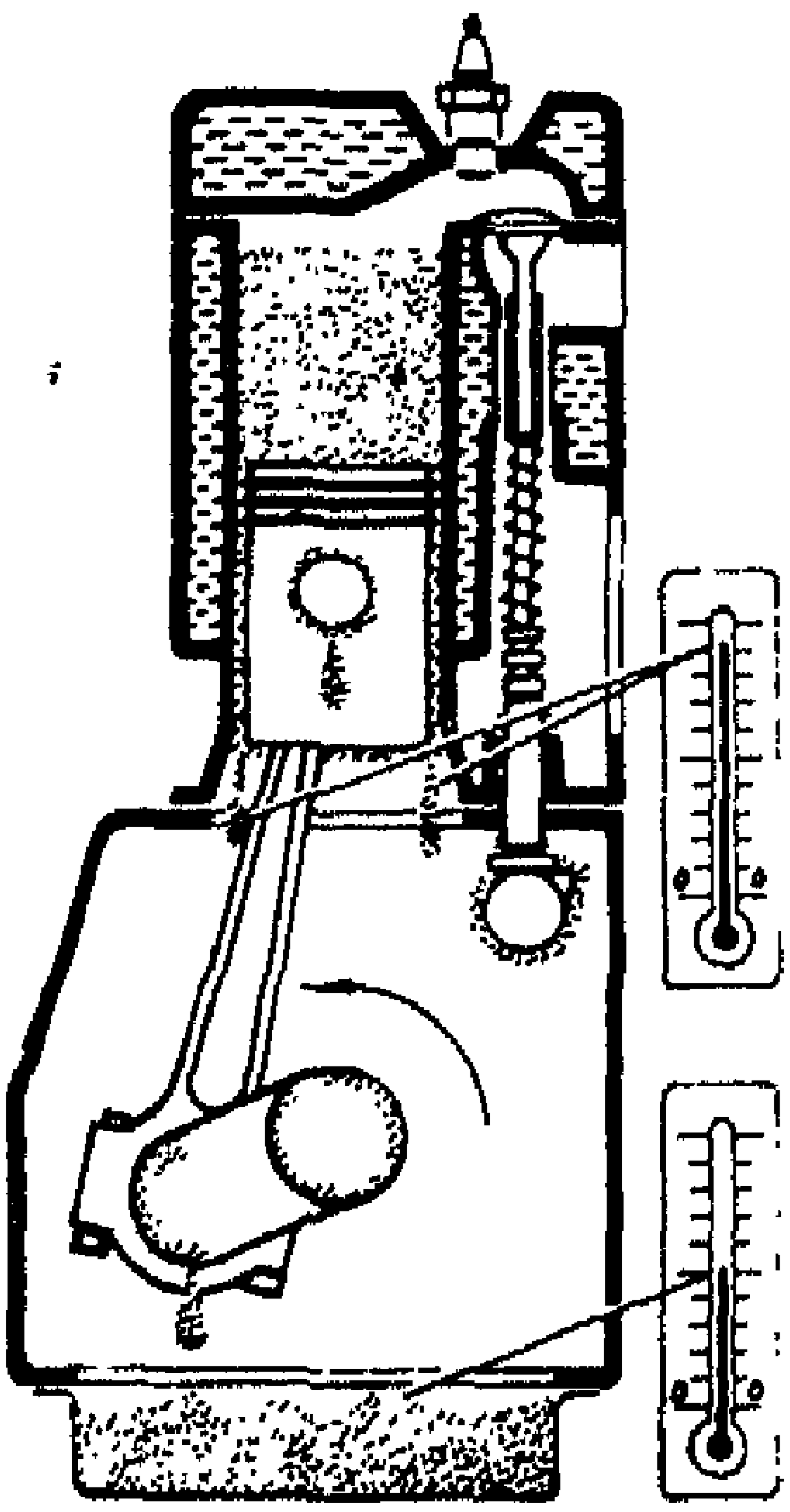
١٢ — إذا أصبح الماء فى المحرك متجمدا ، يحظر بأى حال من الأحوال استخدام مشعل تسخين من أى نوع كان لتسييح الماء المتجمد .

ويجب فى هذه الحالة إضافة الماء الساخن إليه بكميات صغيرة وبحذر .

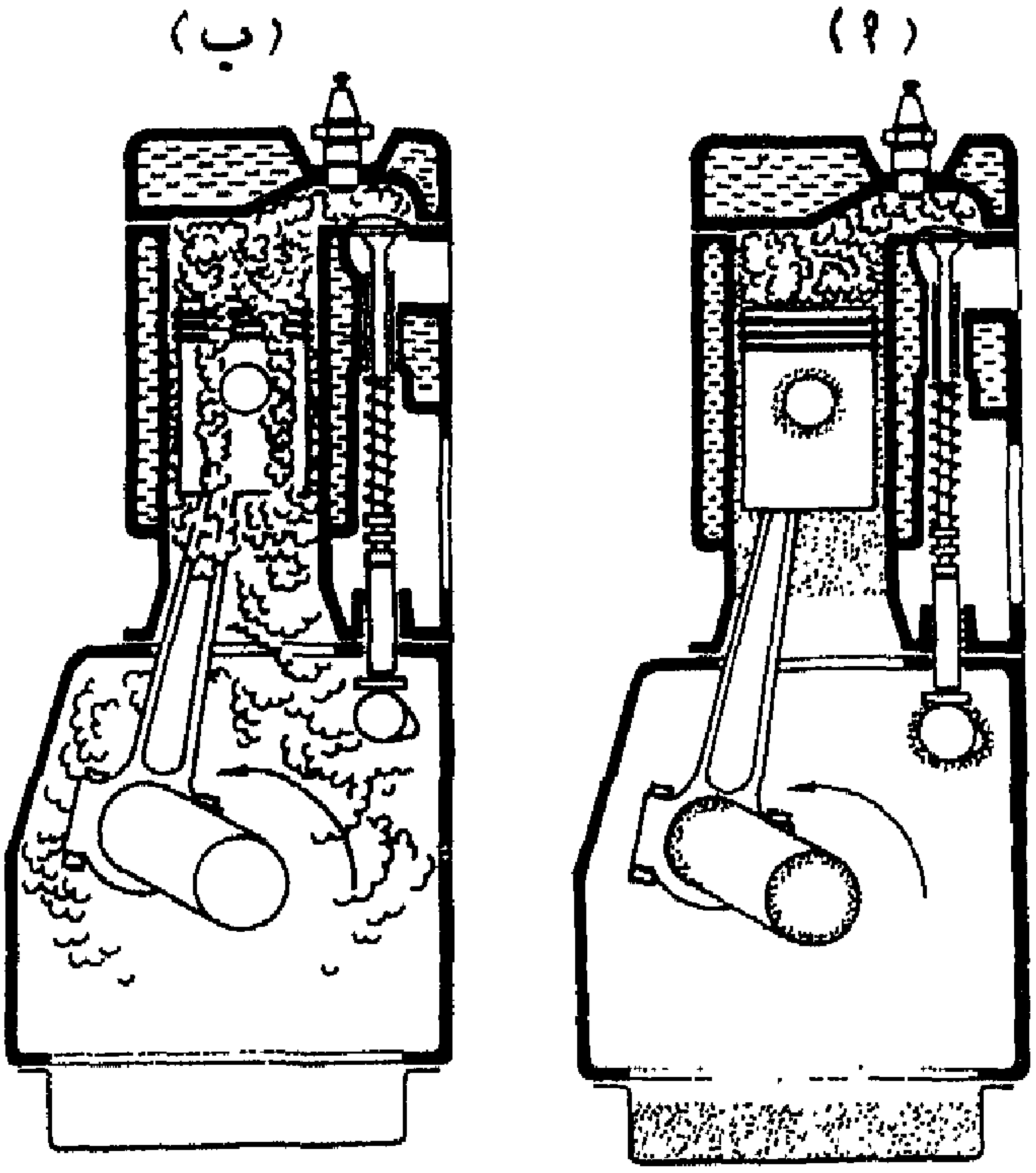
١٣ — ينبغى عدم استبدال سلك بمشابك الخراطيم التالفة ، لأن السلك يتسبب فى قطع الخرطوم عند ربطه .

١٤ — يجب اختبار الشد الصحيح فى السير ، الذى على شكل الحرف«V» ، بصفة منتظمة، وينطبق هذا على كلا نظامى التبريد .

١٥ — ينصح بتوفير سير احتياطى ، على شكل الحرف «V» ، ليكون جاهزا للاستخدام عند الضرورة .



شكل (١٦٩) : تبديد (تسريب) الحرارة الزائدة عن طريق التزييت .



شكل (١٧٠) : منع التسرب من غرفة الاحتراق عن طريق التزييت .
(ا) باستخدام زيت التزييت يمكن توفير مانع جيد للتسرب .
(ب) بدون تزييت لا يكون منع للتسرب

١٠ – تزييت المحرك :

(أ) عـــام

من الحقائق المعروفة أن الأجزاء المعدنية التى تنزلق على بعضها البعض تتعرض للاحتكاك فتتولد فيها حرارة . والاحتكاك يقاوم الحركة . وتنتقل حرارة الاحتكاك إلى الأجزاء المعدنية وتعرضها للتمدد الحرارى . وينتج عن ذلك المتاعب التالية بالنسبة لمحرك الاحتراق الداخلى :

الغازات المتولدة نتيجة الاحتراق درجات حرارة عالية تنتقل إلى الكباسات والأسطوانات. وبالإضافة إلى ذلك تتولد حرارة الاحتكاك نتيجة الحركة الترددية للكباسات إلى أعلى وأسفل وهذه الحرارة تنتقل كذلك إلى الكباسات والأسطوانات . وبهذا تكون الكباسات والإسطوانات معرضة لتمدد حرارى شديد يؤدى إلى التصاقها (زرجنتها) ببعضها البعض إذا لم يهيأ لها التبريد والتزييت الكافيين .

والمطلوب إذن هو تحويل الاحتكاك المعروف باسم الاحتكاك الجاف إلى احتكاك زلق . ويتم ذلك عن طريق زيت التزييت . ويجب ألا تتلامس الأجزاء المعدنية ، مثل حلقات الكباسات

جدران الأسطوانات ، مع بعضها البعض مباشرة . وإنما تفصل بينها طبقة رقيقة من الزيت .
والغرض من هذه الطبقة الرقيقة هو :

(ا) تحويل الاحتكاك الجاف إلى احتكاك زلق ، ومن ثم التقليل من المقاومة الاحتكاكية .

(ب) العمل بمثابة مانع دقيق للتسرب بين غرفة الاحتراق وعلبة المرفق (شكل ١٧٠) .

(ج) تبديد (تسريب) الحرارة الزائدة (الشكل ١٦٩) .

ويجب دفع زيت التزييت باستمرار لا إلى بطائن الأسطوانات (الشميزات) فحسب ، بل وإلى جميع الأجزاء المتحركة الأخرى بالمحرك للمحافظة على طبقة الزيت الرقيقة ومنع حدوث الاحتكاك الجاف .

ومن العوامل الهامة المتحكمة فى التزييت الضغط الذى يدفع به الزيت إلى مواضع التزييت . ووفقا لتصميم المحرك ونوع دورة التزييت ، يتراوح هذا الضغط بين ٢,٥ ضغط جوى ، وبين ٥,٥ ضغط جوى ، ويمكن تنظيمه باستخدام صمام تنفيس الضغط .

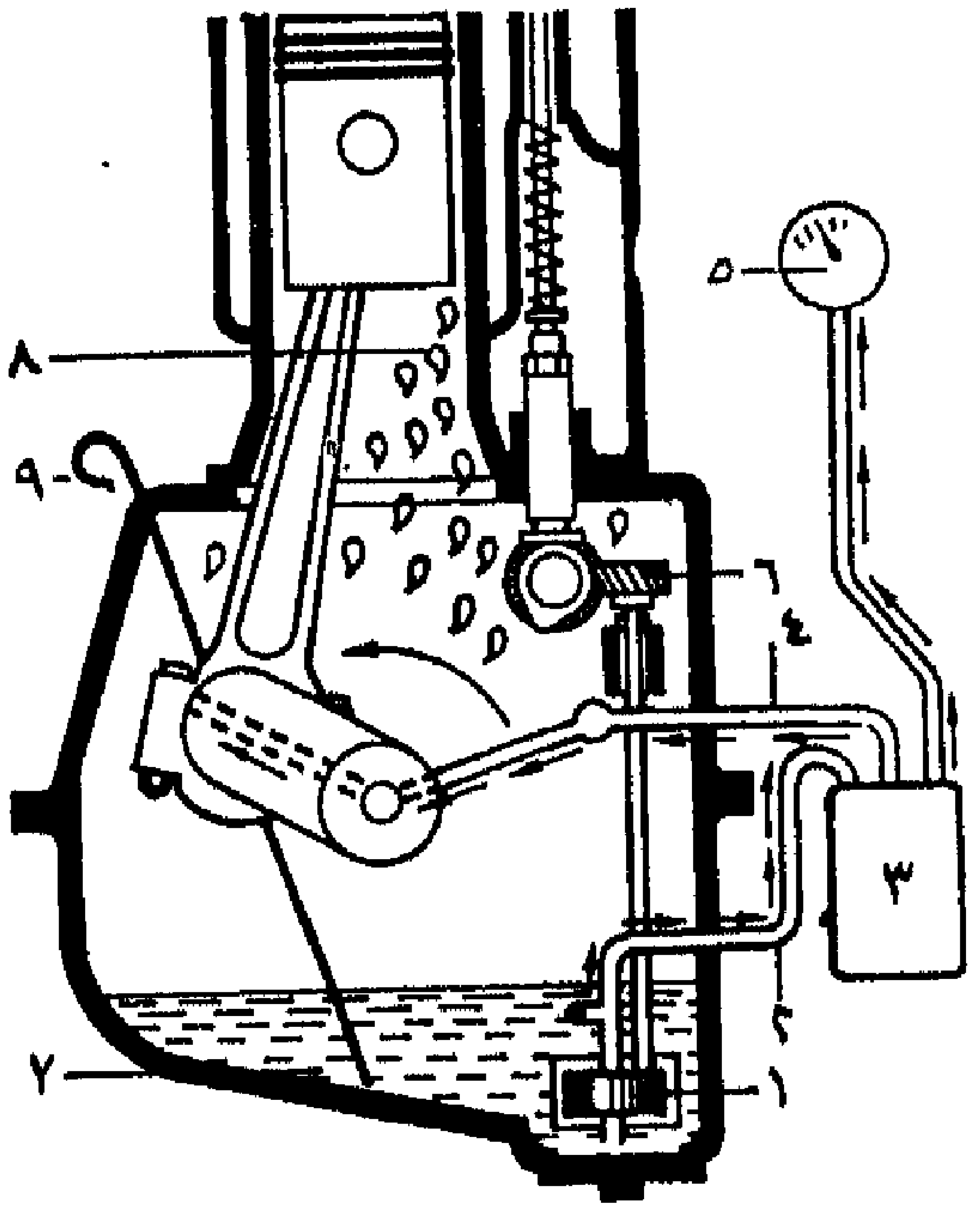
وعندما تدفع المضخة كمية زائدة من زيت التزييت يتولد ضغط زائد يفتح صماما لتخرج منه هذه الكمية الزائدة وتعود إلى حوض الزيت .

وعند بدء تشغيل المحرك وهو بارد يكون ضغط الزيت فى البداية مرتفعا لأن الزيت فى المواسير والحامل حينئذ لا يزال باردا ، ومن ثم تكون لزوجته عاليه . فيبدى مقاومة للدفع . وبمجرد أن يكتسب المحرك درجة حرارة التشغيل العادية ينخفض ضغط الزيت إلى الحد المقرر . ويجب أن يؤخذ فى الاعتبار أن ضغط الزيت يزداد أو ينخفض تبعا لسرعة المحرك . وإذا انخفض ضغط الزيت إلى أقل من ٠,٥ ضغط جوى فى أثناء الدوران بسرعة التباطؤ ، دل ذلك على تآكل الحامل بدرجة كبيرة . وعندما تتآكل الحامل كلية يتعذر تبين أى ضغط عن طريق الزيت .

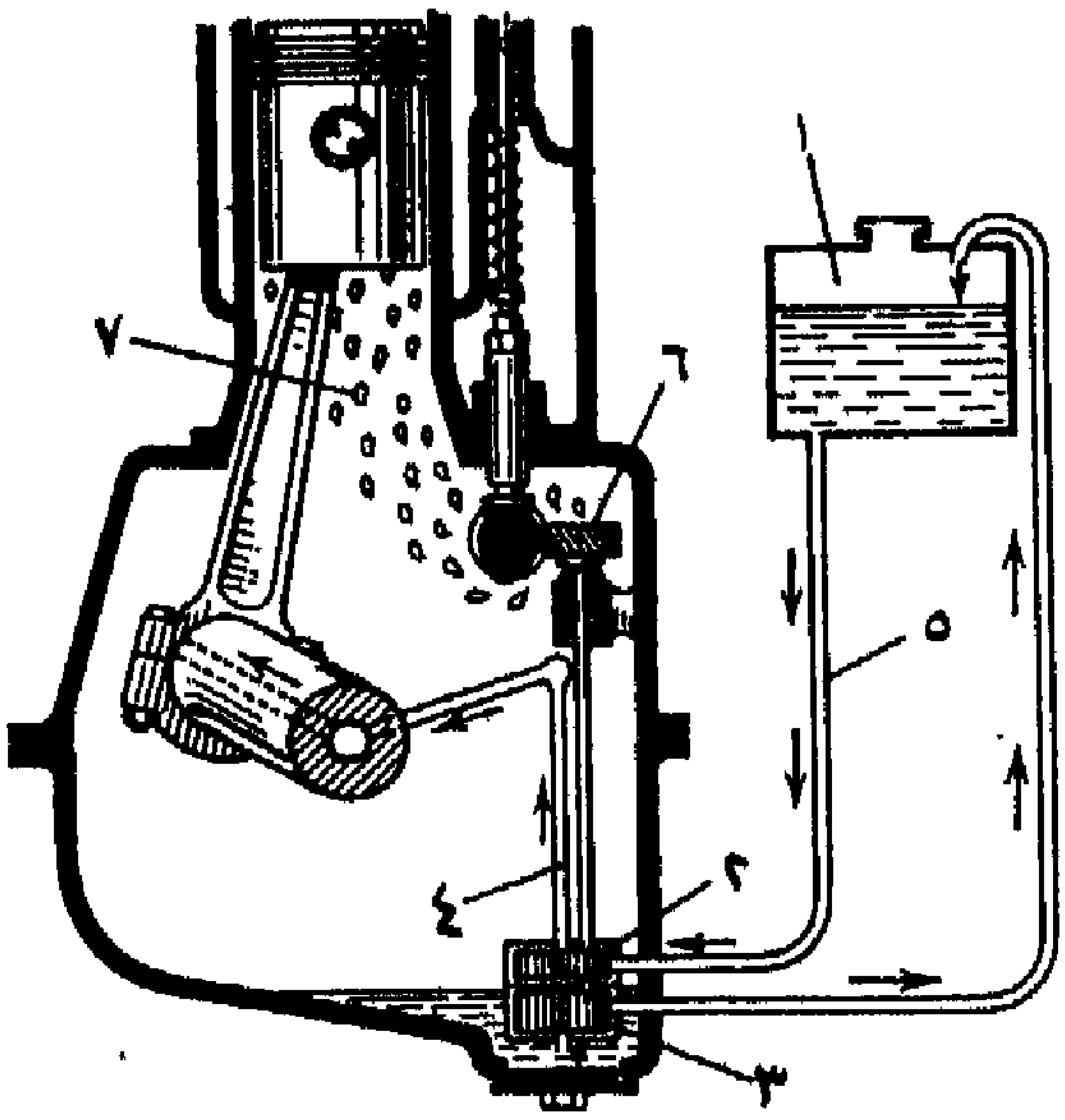
ويركب فى لوحة أجهزة البيان (التابلوه) مبين ضغط يدل على ضغط الزيت . وينبغى على السائق ملاحظة هذا المبين بصفة مستمرة .

ومن العوامل الهامة كذلك درجة حرارة زيت التزييت . فكلما ارتفعت درجة حرارته ، قلت جودته من حيث التزييت . وأفضل درجة حرارة له هى حوالى ٨٠°م . والجرارات التى تبرد بالزيت تشتمل فى الغالب على مبرد يزود بهواء تبريد يستمد من مروحة التهوية والتبريد .

وهناك نظم (دورات) كثيرة للتزييت . فى محركات الجرارات الرباعية الأشواط يستخدم أساسا نظام (دورة) التزييت الجبرى . أما المحركات الثنائية الأشواط فيستخدم فيها نظام التزييت بالزيت المخلوط بالوقود .



شكل (١٧١) : وحدة التزييت الجبرى وبها مرشح للفائض من الزيت .
١ – مضخة زيت التزييت
٢ – ماسورة إمداد مرشح الزيت
٣ – مرشح الزيت
٤ – ماسورة إمداد مواضع التزييت
٥ – مبين ضغط الزيت
٦ – وسيلة إدارة المضخة
٧ – زيت التزييت
٨ – رذاذ (طرطشة) الزيت
٩ – عصا قياس مستوى الزيت



شكل (١٧٢) : نظام التزييت ذو الحوض الجاف .
١ – خزان زيت التزييت
٢ – مضخة دفع الزيت
٣ – مضخة كسح الزيت
٤ – ماسورة الإمداد
٥ – الماسورة المؤدية إلى مضخة دفع الزيت .
٦ – وسيلة إدارة مضخة دفع الزيت
٧ – رذاذ (طرطشة) الزيت

(ب) نظم (دورات) التزييت :

نظام (دورة) التزييت الجبرى :

يتبين من الشكل ١٧١ أن الجزء الأسفل فى علبة المرفق ، ويعرف أحيانا باسم حوض الزيت (الكارتير) ، يحتوى على كمية معينة من زيت التزييت . وعن طريق مرشح بعنصر

ترشيح (قلب) مصنوع من السلك الشبكي ، يسحب الزيت من هذا الحوض إلى المضخة ، فتدفعه بدورها إلى المواسير المؤدية إلى المحامل الرئيسية للعمود المرفق . وتوجد بالعمود المرفق مسالك وتجاويف دقيقة يمر من خلالها زيت التزييت إلى محامل النهايات الكبرى لأذرع التوصيل (البيلات) . وبعد ذلك يمر الزيت إلى عمود الكامات ، والأجزاء الأخرى الحاكة ، عن طريق المواسير الرأسية والمسالك والتجاويف .

ويتسرب بعض الزيت جانبيا ، من خلال المحامل الرئيسية ومحامل النهايات الكبرى ، لأذرع التوصيل ، حيث يذرى نتيجة لدوران العمود المرفق ويعود إلى علبة المرفق فى حركة دوامية . وهذا الرذاذ (الطرطشة) من الزيت يكفى لتزييت جدران الأسطوانات ومساحات التحميل الأخرى ، كما يمر جزء منه إلى النهايات الصغرى لأذرع التوصيل عن طريق مجارى داخل الكباسات . وتزيت الأذرع الترجحية عن طريق ماسورة إمداد خاصة ، ثم توجه قطرات الزيت المتساقطة منها إلى دلائل الصمامات . ويجمع زيت التزييت العائد فى حوض الزيت . وهكذا يواصل الزيت دورته .

نظام (دورة) التزييت ذو الحوض الجاف :

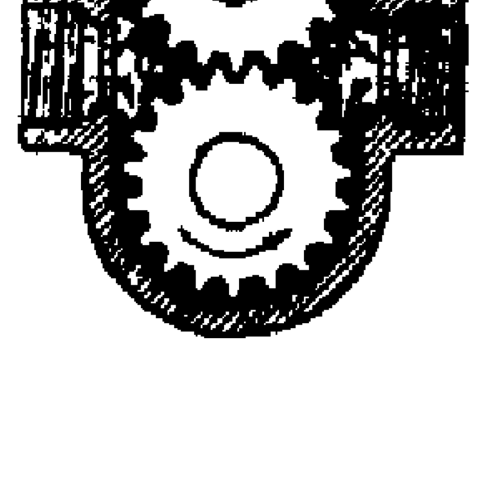
يعتبر نظام (دورة) التزييت ذو الحوض الجاف (شكل ١٧٢) أحد أشكال التزييت الجبرى ، وهو يعمل بفكرة كسح الزيت من علبة المرفق ، إلى خزان زيت منفصل بوساطة مضخة كسح خاصة . وقد يوضع مبرد زيت فى خط الكسح . وتزيت المحامل المختلفة كما فى حالة التزييت السابق شرحها ، إلا أنه عندما ينصرف الزيت إلى قاع علبة المرفق تدفعه مضخة الكسح إلى الخزان المنفصل .

وبالتالى فإن علبة المرفق فى نظام (دورة) التزييت ذى الحوض الجاف لا تحمل إلا أدنى كية من زيت التزييت . وقد ثبتت فائدة هذه الدورة فى الجرارات المستخدمة أساسا فى الحقول التى تتطلب من المحركات العمل أحيانا فى الميول (فى المنحدرات والمرتفعات) وهى فى أوضاع مائلة غير عادية .

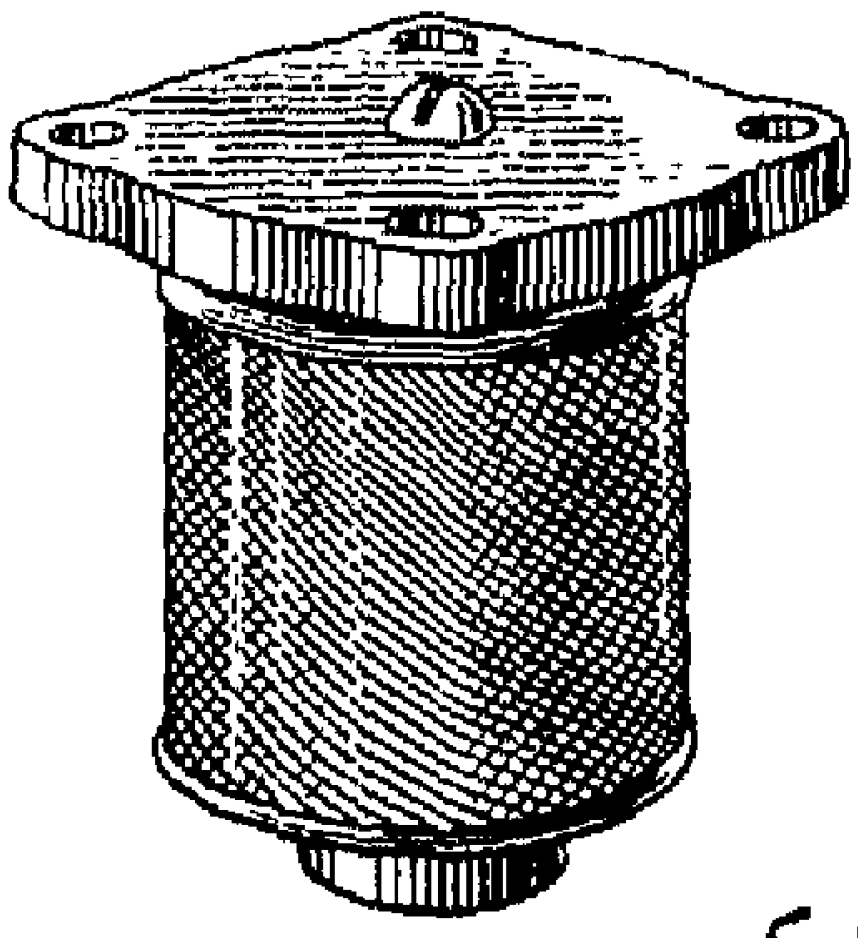
ونظام التزييت ذو الحوض الجاف يقى الاسطوانات من الامتلاء بالزيت .

مضخات الزيت :

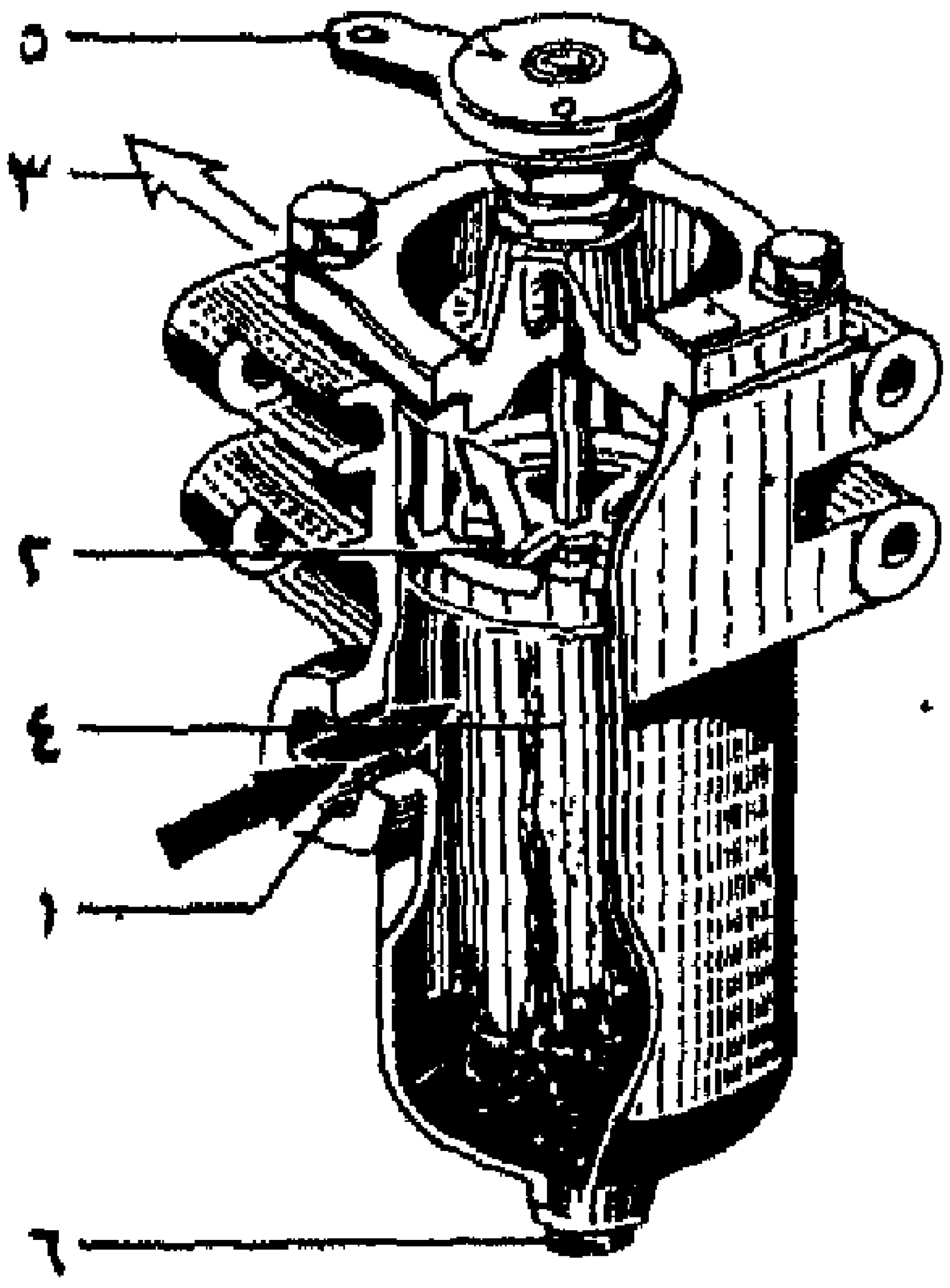
تستخدم المضخة ذات الترسين ، من النوع الموضح فى الشكل ١٧٣ ، فى المحركات بوجه عام لدفع زيت التزييت .



شكل (١٧٣) : الفكرة الأساسية فى عمل المضخة ذات الترسين .
١ — فتحة السحب
٢ — فتحة التصريف

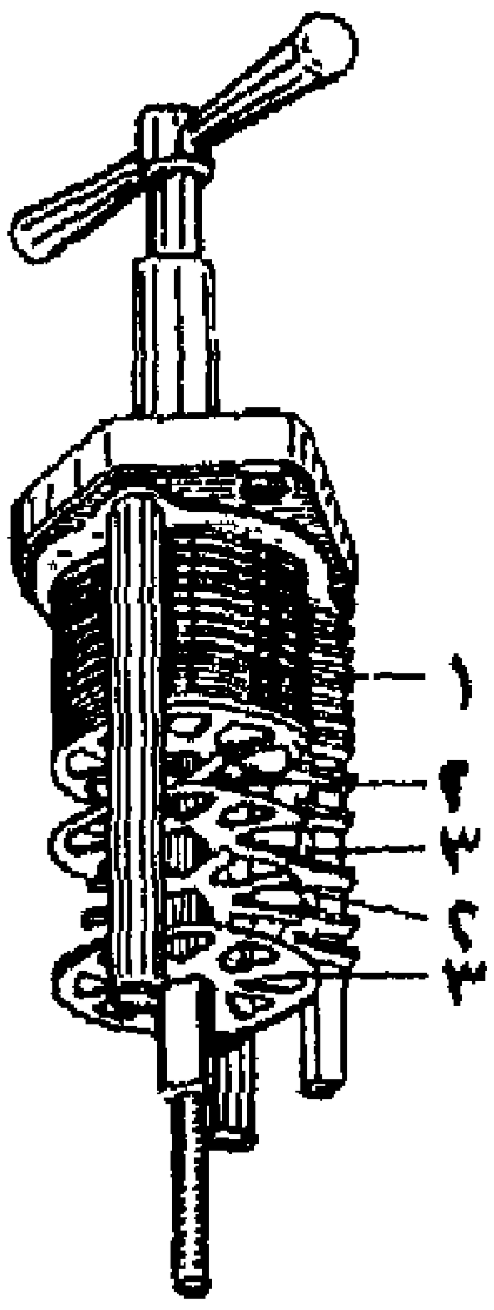


شكل (١٧٤) : عنصر ترشيح مصنوع من السلك الشبكى .



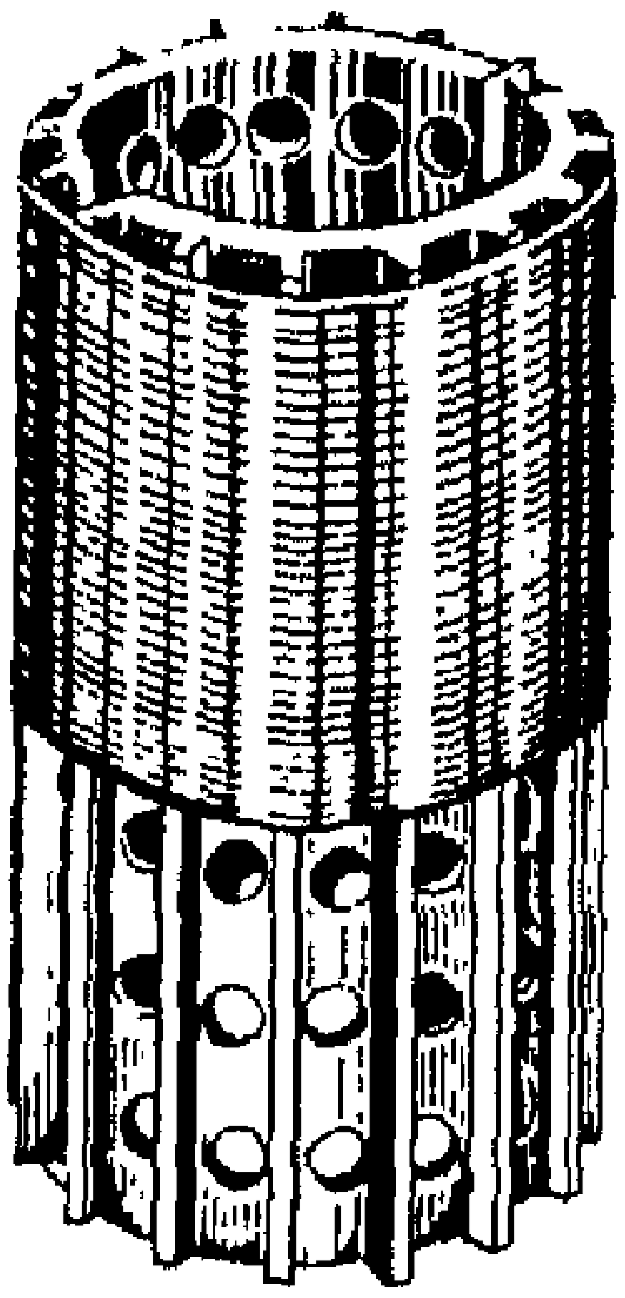
شكل (١٧٥) : مرشح من النوع ذى الحافة (الفلانشة) بأقراص معدنية .

١ – مدخل الزيت
٢ – أقراص (رقائق) ترشيح معدنية
٣ – مخرج الزيت المرشح
٤ – مكشطة
٥ – يد تدوير وسيلة تنظيف المرشح
٦ – سدادة(طبة)تصريف الزيت



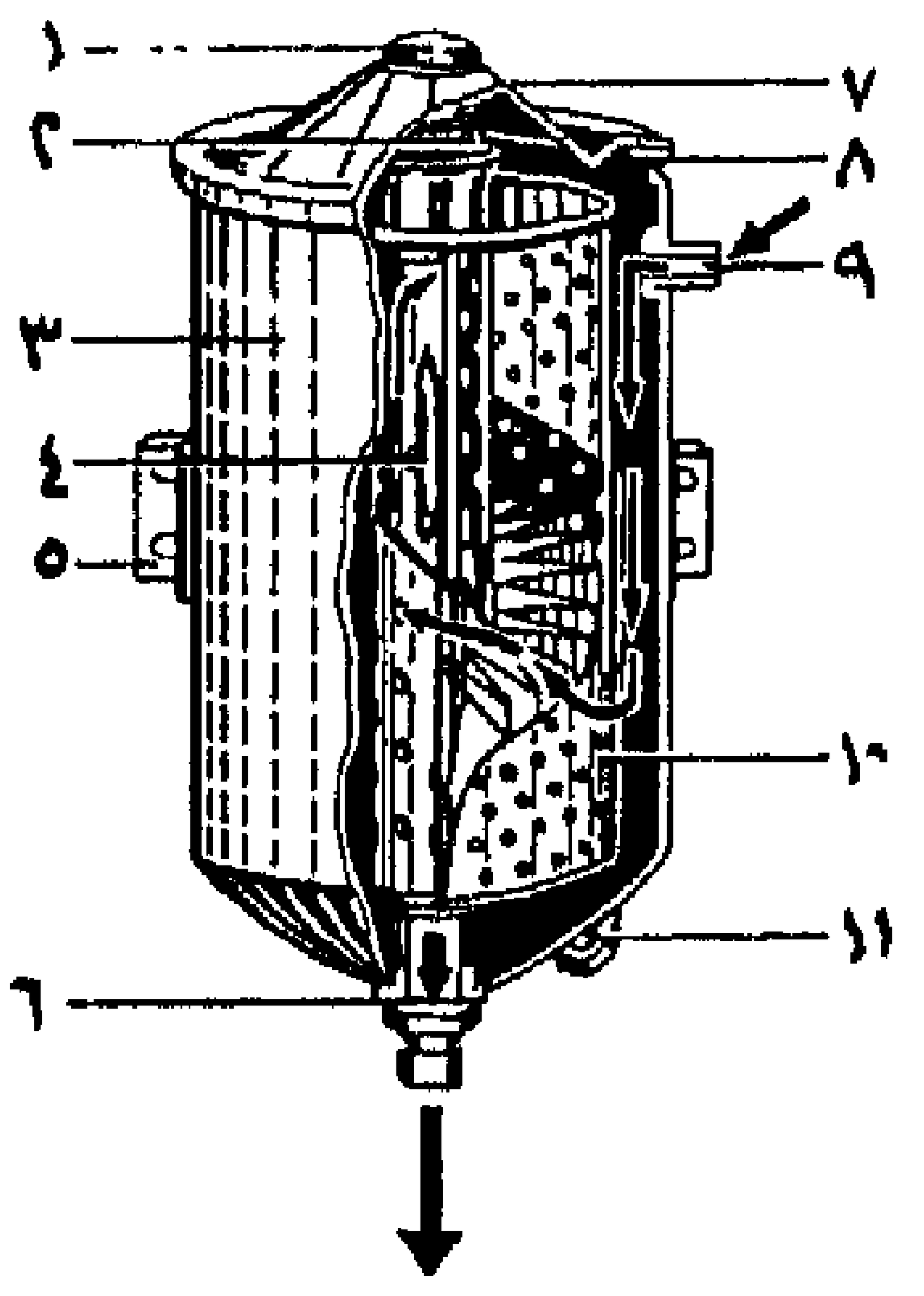
شكل : (١٧٦) عنصر الترشيح بالمرشح ذى الحافة (الفلانشة)والأقراص المعدنية .

١ – مكشطة
٢ – طبقات وسيطة
٣ – أقراص معدنية



شكل (١٧٧) : عنصر ترشيح مصنوع من السلك الملفوف .

وتتكون المضخة ذات الترسين من ترس مدير وترس مدار يدوران فى علبة تسمى جسم المضخة . ويدخل الزيت المضخة من إحدى جهتى أسطح التلامس بين الترسين ، فينتقل بين أسنان الترسين وبين جسم المضخة (العلبة) إلى الجهة الأخرى من أسطح التلامس حيث يدفع فى ماسورة الإمداد . وتستمد المضخة ذات الترسين حركتها من عمود الكامات .



شكل (١٧٨) : مرشح زيت بعنصر ترشيح ورق
١ — سدادة مقلوظة
٢ — ياى إنضغاطى
٣ — وعاء (جسم المرشح)
٤ — الأنبوبة المركزية
٥ — حامل
٦ — فتحة تصريف الزيت المرشح
٧ — غطاء
٨ — حشو
٩ — مدخل الزيت
١٠ — عنصر الترشيح
١١ — سدادة تصريف الزيت

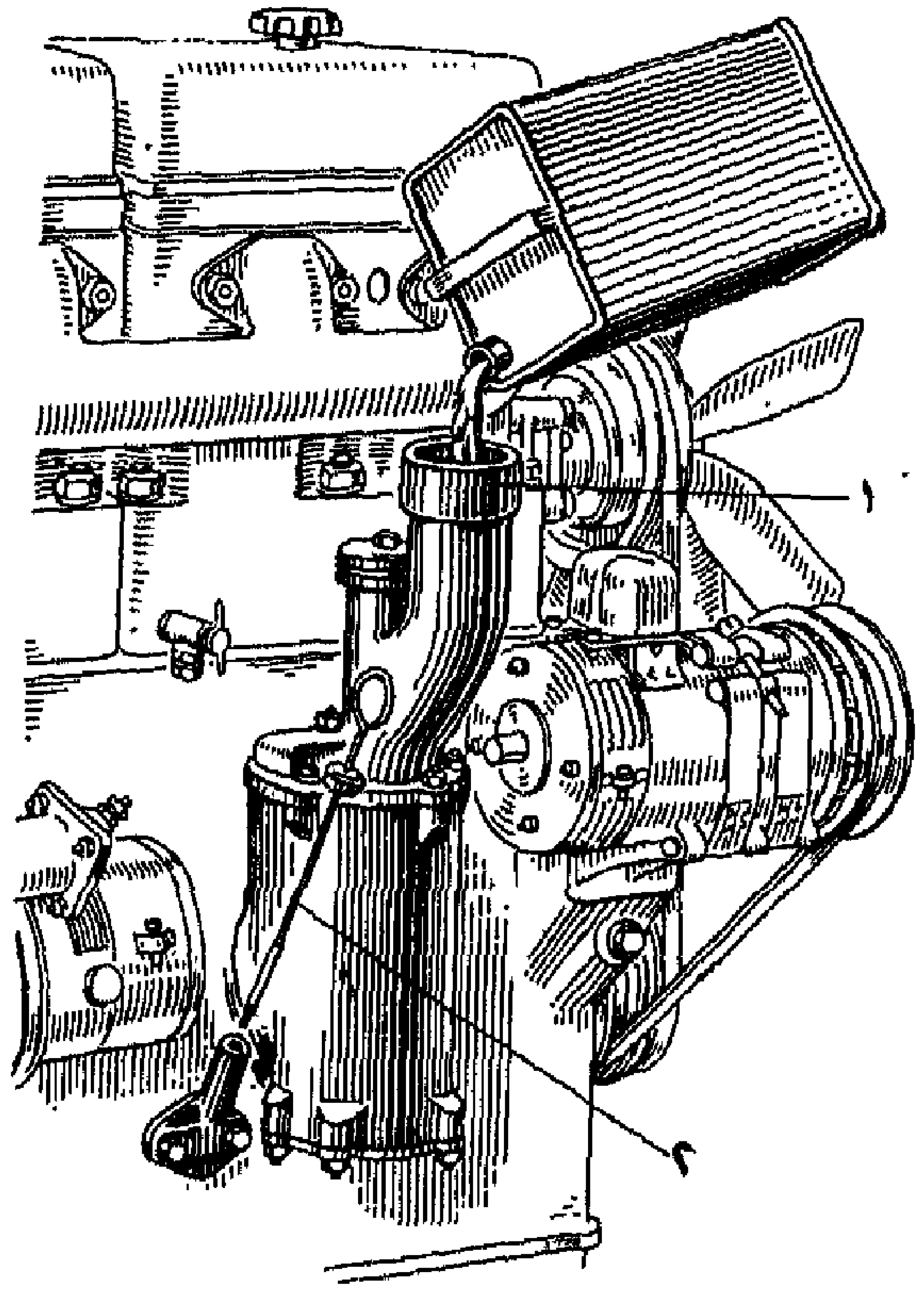
(ج) مرشحات الزيت :

من الأهمية بمكان ترشيح (تنقية) الزيت نظرا لأن الجرارات تعمل فى ظروف تشغيل شاقة . وينبغى اختبار الأداء الصحيح لعملية الترشيح وصيانة المرشحات بصفة مستمرة . والغرض من مرشحات الزيت هو تنقيته بالتخلص من الجسيمات والمواد الغريبة المختلطة به ، مثل الجذاذات المعدنية الدقيقة (الرايش) والمياه والوقود . ويجب أن تتميز المرشحات بطول عمر خدمتها وسهولة صيانتها ، فضلا عن صمودها لضغوط الزيت العالية والأحمال المتغيرة . كما يجب أن تظل المرشحات جيدة الأداء طوال فترة تشغيل المحرك .

وتوجد فى مدخل السحب بالمضخة مصفاة مصنوعة من السلك الشبكى (الشكل ١٧٤) تعمل على حجز الجسيمات الجريشة (التخينة) . ثم تجرى عملية ترشيح أدق للزيت بوساطة مرشح يركب مباشرة فى مساره (يسمى فى هذه الحالة مرشح الدفق الكامل) . وهو يقوم عادة بجمع كل الجسيمات الجامدة الصغيرة الأحجام .

وفى صناعة الجرارات يشيع استخدام مرشحات أخرى يطلق عليها اسم المرشحات ذوات الحافة (الفلانشة) . وهى تتميز بإمكان تنظيفها ميكانيكيا دون الحاجة إلى فكها من مواضعها . ومن ثم فهى تتميز بعمر استخدام غير محدود . ويوضح (الشكل ١٧٥) مرشحا من النوع ذى الحافة بأقراص (رقائق) معدنية . وهو يتكون من عدد كبير من الأقراص المتتالية المتقاربة التى تتباعد عن بعضها البعض بمسافة ١٢ر٠ م بإيلاج طبقات وسيطة بينها (الشكل ١٧٦) .

وهناك مرشحات من النوع ذى الحافة (الفلانشة) يتكون عنصر الترشيح بها من سلك ملفوف بشكل لا يمكن الزيت من تخلله إلا بصعوبة . وتتراوح المسافة بين كل لفة من السلك واللفة التى تليها من ٠٥ر٠م إلى ١ر٠م (الشكل ١٧٧) .



شكل (١٧٩) : ينبغى اختبار مستوى الزيت فى المحرك يومياً قبل تشغيل الجرار .
١ – ماسورة الملء
٢ – عصا قياس مستوى الزيت

ويمكن تنظيف هذين النوعين من المرشحات ذوات الحافة دون اللجوء إلى خلعهما ، وذلك بوساطة مكشطة بداخل كل منهما يمكن تدويرها يدويا من خارج جسم المرشح . فبتشغيل ذراع التدوير يدور عنصر الترشيح فى حين تزيل المكشطة الأوساخ لتسقط فى قاع المرشح المصمم لهذا الغرض . ويمكن تصريف هذه الأوساخ بفتح سدادة (طبة) التصريف . وينبغى اتخاذ هذا الإجراء بعد كل ٥٠ ساعة من ساعات التشغيل .

وفى الغالب تركب وصلة بين دواسة القابض (الدبرياج) والمرشح . وبهذه الكيفية يدور عنصر الترشيح كلما شغل القابض لكفالة التنظيف المستديم له .

ومرشحات الدفق الكامل لا يمكنها فصل الجسيمات الدقيقة من زيت التزييت ، ومع ذلك فإن المرشحات ذوات الحافة (الفلانشة) ، المستخدمة بمثابة مرشحات للدفق الكامل ، تعتبر كافية بالنسبة للمحركات الديزل الشائعة الاستخدام فى صناعة الجرارات ، نظرا لأن هذه المحركات تدور بسرعة منخفضة نسبيا .

أما المرشحات ذوات الحافة ، المستخدمة بمثابة مرشحات للفائض من الزيت ، فتزود بمناصر ترشيح مصنوعة من الورق أو اللباد أو النسيج .

وعنصر الترشيح من هذه الأنواع يحدد عمره بحوالى ١٠٠٠ ساعة من ساعات التشغيل ، وبعدها يجب استبدال عنصر ترشيح جديد به . ولا يمكن تنظيفه ميكانيكيا دون خلعه (شكل ١٧٨) .

وبمرور الوقت تنفصل جذاذات معدنية دقيقة (رايش) من أسطح الأجزاء المعدنية المنزلقة على بعضها البعض فى المحرك . ولإزالة هذه الجذاذات (التى تكون على شكل تراب معدنى دقيق) من الزيت يوضع مرشح مغنطيسى بحيث يبرز فى مدخل ماسورة الزيت . وعندما يمر الزيت خلال هذا المرشح فإنه يقوم بجذب الجذاذات المعدنية والاحتفاظ بها . ويركب المرشح المغنطيسى على مسمار مقلوظ بحيث يمكن إخراجه بسهولة لتنظيفه .

(د) ملاحظات تتعلق بالصيانة والإصلاح :

١ – يجب اختبار مستوى الزيت بالمحرك يوميا قبل تشغيل الجرار . وتوجد بعصا قياس مستوى الزيت علامتان (علوية وسفلية) ينبغى أن يقع مستوى الزيت بينهما (الشكل ١٧٩) .

وإذا كان مستوى الزيت شديد الارتفاع يصبح استهلاك الزيت كبيرا على غير العادة ، علاوة على تكون رواسب الزيت الكربونية غير المرغوب فيها . وإذا كان مستواه شديد الانخفاض يصبح تزييت المحامل المختلفة بالمحرك غير كاف ، مما يؤدى إلى حدوث تلفيات جسيمة بها قبل الأوان .

٢ – فى أثناء تشغيل المحرك يتسخ زيت التزييت بالتراب والأوساخ والجذاذات المعدنية (الرايش) . وفى المحركات البنزين يخف قوام زيت التزييت بحيث يتعذر تكون طبقة الزيت الرقيقة المقاومة للاحتكاك فى مناطق التحميل .

أما فى المحركات الديزل فيثخن قوام الزيت ويصبح شديد اللزوجة . ولهذا السبب يجب تغيير زيوت الموتورات فى فترات منتظمة ، والالتزام بالتعليمات الواردة فى كتيب إرشادات التشغيل المسلم مع الجرار .

ويجرى تغيير الزيت فى معظم الجرارات بعد كل ١٠٠ ساعة من ساعات التشغيل .

وينبغى تغيير الزيت عندما يكون المحرك ساخنا . ولتصريف الزيت المتسخ تفك سدادة (طبة) التصريف من حوض الزيت ، ثم يصب زيت الغسيل والتنظيف الذى تقدر الكمية اللازمة منه بحوالى ٢٥٪ من كمية زيت التزييت المقررة . وبعد ذلك يدار المحرك بسرعة التباطؤ بضعة دقائق مع ملاحظة مبين ضغط الزيت .. وفى النهاية يصرف زيت الغسيل والتنظيف ويصب زيت التزييت الجديد .

٣ – عند التشغيل فى الأجواء الباردة لفترات طويلة يجب استخدام زيوت تزييت منخفضة اللزوجة (زيوت شتوية) .

٤ – يتوقف التشغيل الصحيح للمحرك إلى حد بعيد على التنظيف الجيد لدورة التزييت فى فترات منتظمة . لذلك يجب التأكد بعناية من جودة تركيب مصفاة السلك الشبكى الموضوعة

فى مدخل المضخة . كما يجب تصريف الزيت المترسب فى حيز الأوساخ بالمرشح بعد كل ٥٠ ساعة من ساعات التشغيل ، فضلا عن تنظيف المرشح وغسله بزيت الغسيل والتنظيف .

وينبغى تنظيف مرشحات الزيت كلية بعد كل ١٠٠ ساعة من ساعات التشغيل ، أى عند حلول موعد تغيير الزيت . ولا ينطبق هذا على مرشحات الزيت الفائض ذوات عنصر الترشيح (القلب) الورق أو المصنوع من النسيج ، لأن عناصر الترشيح القديمة تصبح عديمة الفائدة بعد حوالى ١٠٠٠ ساعة من ساعات التشغيل ، ومن ثم يتحتم استبدال عناصر ترشيح جديدة بها .

١١ – المعدات (المجموعات) الكهربائية :

(أ) عـــام

على النقيض من الموتورات الكهربائية ، فإن محركات الاحتراق الداخلى تتطلب لبدء تشغيلها (تقويمها) وسيلة خارجية . ولهذا الغرض تزود الجرارات الحديثة بموتورات بدء حركة كهربائية تستمد تيارها الكهربائى من بطاريات اختزانية .

وعندما يكون المحرك دائرا تشحن البطارية الاختزانية عن طريق مولد كهربائى (دينامو) يمد المجموعات الكهربائية الأخرى المستهلكة للتيار ، مثل مصابيح (فوانيس) الإضاءة ومساحة حاجب الريح (البرابريز) إن وجدت .

وتتطلب المحركات البنزين تيارا كهربائيا عالى الجهد يجب توفيره فى اللحظات المختلفة التى يلزم فيها إمداد شمعات الشرر (البوجيهات) بنبضات منه . ويتسبب التيار الكهربائى العالى الجهد ، الذى يسرى فى أسلاك (كبلات) الجهد العالى الكهربائية ، فى حدوث تفريغات كهربائية عبر إلكترودى شمعة الشرر (البوجيه) تشعل خليط الوقود والهواء (انظر الفصل الثالث) .

ويمكن تقسيم المعدات (المجموعات) الكهربائية إلى المجموعات التالية :

مولدات القدرة (القوى) الكهربائية : وهى البطاريات الاختزانية والمولدات الكهربائية (الديناموات) .

مجموعة توزيع القدرة (القوى) الكهربائية : وهى الأسلاك والكبلات الكهربائية والمصاهر (الفيوزات) والمفاتيح الكهربائية .

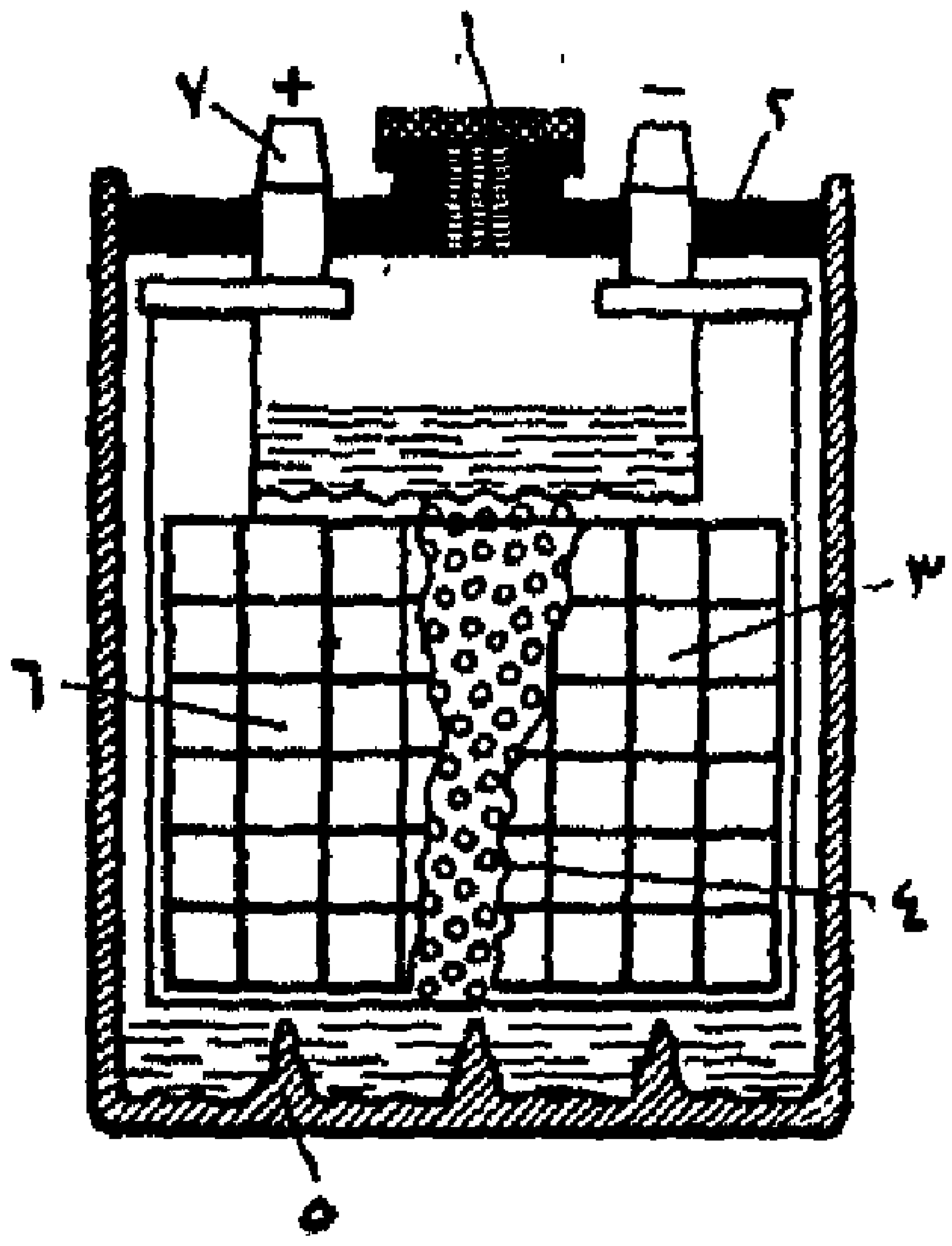
المجموعات المستهلكة للقدرة الكهربائية : وهى مجموعة الإشعال ، وشمعة التسخين ، ووسائل (مجموعة) الإضاءة ، وموتور بدء الحركة الكهربائية (المارش) ، ومساحة حاجب الريح إن وجدت ، إلخ .

وتتضمن الدورة الكهربائية بالجرارات عادة بطارية إختزانية تعمل بالتيار الكهربائى

المستمر . ولا تستخدم دورة التيار الكهربائى المتردد إلا فى الجرارات ذوات العجلتين التى لا تتطلب موتور بدء الحركة .

وبدون تيار كهربائى لا يمكن للمجموعات الكهربائية أداء وظائفها . وبالتالى ينبغى وجود دائرة كهربائية مغلقة تبدأ من مولدات القدرة الكهربائية إلى المجموعات المستهلكة للتيار الكهربائى، عن طريق مجموعة توزيع القدرة ، ثم تنتهى بمولدات القدرة الكهربائية .

وتتكون وصلات الدوائر الكهربائية من أسلاك (كبلات) نحاسية معزولة مع الاستفادة من إطار الجرار نفسه كمسار للرجوع . ولهذا الغرض يجب توصيل جميع أجزاء إطار الجرار المعدنية، بحيث يمكنها تكوين مسار موصل للتيار الكهربائى فى أثناء رجوعه . ومن ثم فإن الوصلات النابضة بالتيار الكهربائى (أى الوصلات الموجبة الشحنة) يجب ألا تتلامس مع إطار الجرار وإلا حدثت بينهما دائرة قصر كهربائى .



شكل (١٨٠) : البطارية الاختزانية .
١ – سدادة (فتحة) الملء وبها ثقب التنفيس
٢ – مركب منع التسرب
٣ – مجموعة الألواح السالبة
٤ – الفاصل
٥ – صندوق من الزجاج أو الابونيت
٦ – مجموعة الألواح الموجبة
٧ – طرف (قطب) التوصيل

والجهد الكهربائى للمجموعات الكهربائية بالجرارات يكون عادة ٦ فولط ، أو ١٢ فولط، أو ٢٤ فولط ، وفقا لأحجام هذه المجموعات .

(ب) البطارية الاختزانية :

تولد البطارية الاختزانية الطاقة الكهربائية وتختزنها . ويكون الحمل على البطارية كبيرا بصفة خاصة عند بدء حركة المحرك . وعندما لا يكون المحرك دائرا ينبغى أن تكون البطارية قادرة على إمداد المجموعات المستهلكة للتيار بالتيار الكهربائى اللازم .

وتستخدم البطاريات الرصاصية على نطاق واسع فى صناعة الجرارات نظراً لخصائصها الممتازة من حيث تخزين الطاقة الكهربائية . وتتكون البطارية من عدة خلايا منفصلة جهد كل منها

٢ فولط ، كما هو موضح بالشكل (١٨٠) . وتتكون كل خلية من عدة ألواح رصاصية موجبة (بنية اللون)،وأخرى سالبة (رمادية اللون) توصل كل منهـا بقنطرة توصيل على شكل شريط . ولمنع التلامس المباشر بين الألواح الموجبة والألواح السالبة يوضع بين كل لوحين مختلفى الشحنة منهـا فاصل مسامى من اللدائن (البلاستيك) . ويرتب بين كل لوحين سالبين لوح واحد موجب ، وكلها تشكل مع الفاصل مجموعة واحدة (خلية) توضع فى وعاء البطارية الاختزانية ،ويسد عليها بمركب خاص مانع للتسرب .

وتوجد بغطاء البطارية سدادات لفتحات الملء بمعدل سدادة واحدة لكل خلية لصب السائل منهـا . وتخدم سدادة فتحة الملء كذلك فى التنفيس ، ومن ثم فهى تعرف أحياناً باسم سدادة التنفيس. وتوصل أسلاك (كبلات) التغذية الرئيسية بالطرفين الموجب (+) والسالب (−) للبطارية الموجودين بغطائهـا . ويوصل السلك (الكبل) المتصل بالطرف السالب بإطار الجرار ، فى حين يوصل السلك (الكبل) الموجب بالمجموعات المستهلكة للتيار الكهربائى . وهناك أنواع من الجرارات تعكس فيهـا هذه الوصلات . لذلك ينبغى دائماً مراعاة التعليمات الواردة فى هذا الشأن بكتيب إرشادات التشغيل لكل جرار .

وتملأ البطاريات الاختزانية بسائل ، مكون من حمض الكبريتيك والماء المقطر بنسبة معينة ، ووزنه النوعى ١,٢٨٥ . ويجب أن يكون مستوى السائل دائماً أعلى من الألواح الرصاصية بمقدار ١ سم إلى ٢ سم . وينبغى حماية البطاريات من التلف ، كما ينبغى صيانتهـا فى فترات منتظمة (انظر الملاحظات المتعلقة بالصيانة والإصلاح) .

(ج) المولد الكهربائى (الدينامو) :

تستمد المولدات الكهربائية حركتهـا من العمود المرفقى للمحرك عن طريق ترس ، أو سلسلة (كاتينة) ، أو سير على شكل الحرف « V » . وهناك كذلك مولدات تستمد حركتهـا من العمود المرفقى مباشرة ، وفى هذه الحالة يركب عضو الإنتاج (البوبينة) بالمولد على العمود المرفقى للمحرك .

وتقوم المولدات بشحن البطاريات الاختزانية وتغذية الأحمال الكهربائية المختلفة عندما يكون المحرك دائراً . ويزود المولد بمنظم للجهد الكهربائى ، نظرا لتغير سرعات المحرك بتغير ظروف تشغيل الجرار . وهذا يكفل جهداً كهربائياً ثابتاً وكافياً بصرف النظر عن سرعة المحرك .

وقد يطلق على المنظم اسم منظم التحكم فى الجهد الكهربائى الثابت . وهوقد يركب فى المولد أو يوصل به من بعد ، وفى الغالب يركب منفصلا عنه لحمايته من الاهتزازات التى يتعرض لهـا المولد المركب بالمحرك . ويتكون المولد الكهربائى من المكونات الرئيسية التالية ، كما هو مبين بالشكل ١٨١ :

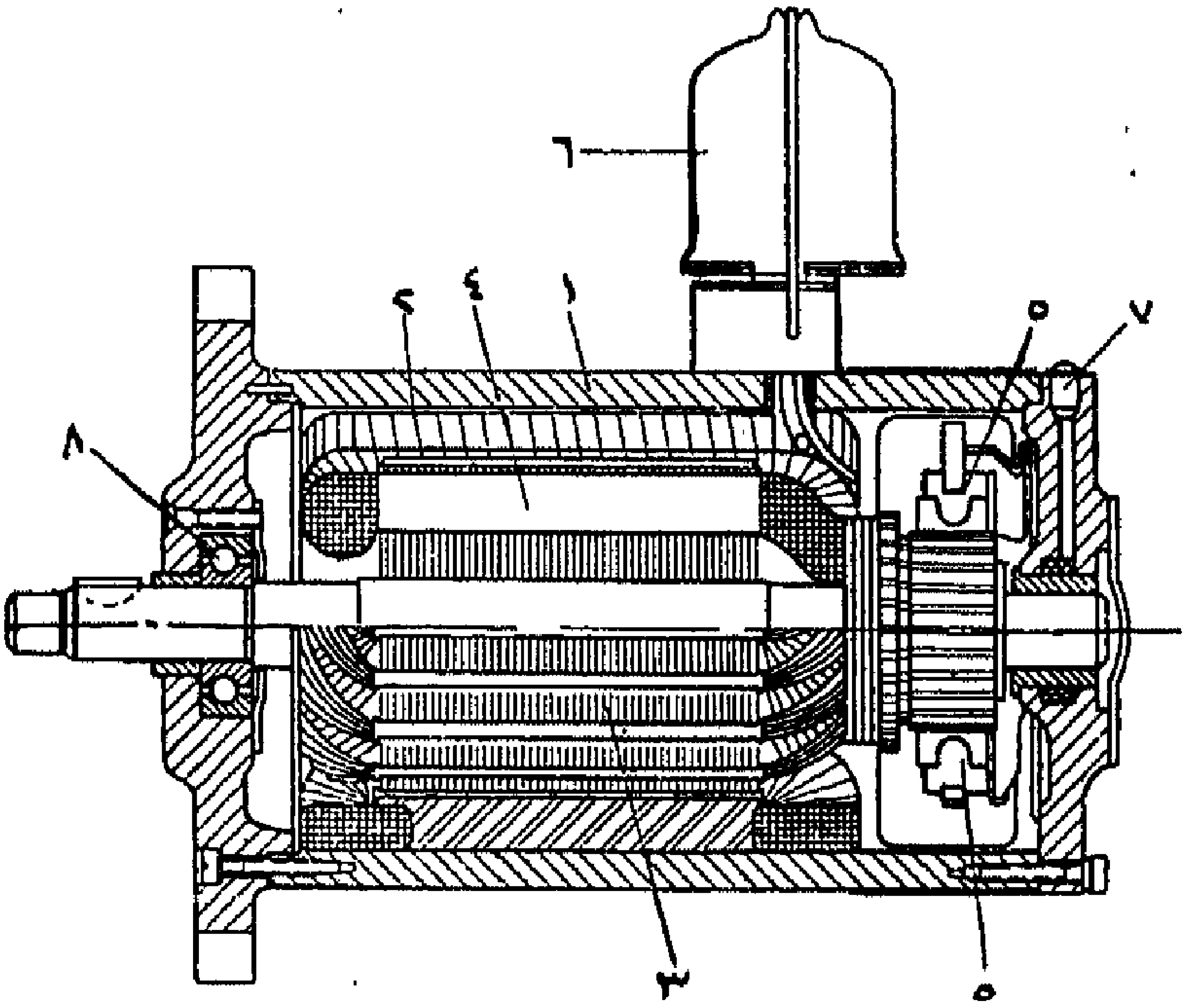
– الجسم المركب به المخدات ولفائف المجال .

- عضو الإنتاج (البوبينة) وبه اللفائف وعضو التوحيد .
- ماسك الفرش وبه الفرش الكربونية .
- قرص المحمل (الغطاء) وبه محمل العضو الدوار (الخاص بعضو الإنتاج) .
- المنظم .

ويلزم تبريد المولد تبريداً مناسباً نظراً لتولد الحرارة به . وتقسم المولدات الكهربائية – من حيث التبريد – إلى مولدات ذوات تهوية ، ومولدات عديمة التهوية ، ومولدات أخرى ذوات تهوية لعضو التوحيد فقط ، والجرارات التى تعمل بصفة دائمة فى مناطق أجواؤها متربة تزود عادة بمولدات عديمة التهوية وصامدة للأتربة . وهى تركب بالمحركات بحيث تتمتع بفعل تبريد كاف ، نتيجة للريح النسبية أو التيار الهوائى المدفوع من المروحة .

أما مراوح التهوية (الهوايات) بالمولدات ذوات التهوية فتركب ببكرة السير لتسحب هواء التبريد اللازم أو تدفعه إلى المولد . والمولدات الكهربائية الكبيرة فقط هى التى تعمل بهذا المبدأ .

والمولدات ذوات منظم الجهد الكهربائى لا تتطلب صيانة فى الغالب . والإجراء الوحيد الذى يتخذ حيالها هو اختبار الفرش الكربونية بها من حيث التآكل ، واستبدالها إذا لزم الأمر ، بعد كل ٣٠٠ ساعة من ساعات التشغيل .



شكل (١٨١) : مولد كهربائى (دينامو) بمنظم .
١ – جسم الدينامو
٢ – لفائف المجال
٣ – عضو الإنتاج (البوبينة)
٤ – عضو التوحيد
٥ – الفرش الكربونية
٦ – قاطع وواصل (كات آوت) المنظم
٧ – مشحمة
٨ – محمل ذو كريات (برولمان بلى)

(د) موتور بدء الحركة (المارش) :

موتور بدء الحركة (المارش) هو موتور تيار مستمر يولد عزم دوران كبير (الشكل ١٨٢) .

وهو يركب بالمحرك بحيث يتعشق ترس بدء الحركة الصغير (ترس البنيون) بترس الحدافة ، عندما تكون الدائرة الكهربائية مغلقة ، فيسبب دورانه ، وبذلك تنتقل الحركة إلى العمود المرفق .

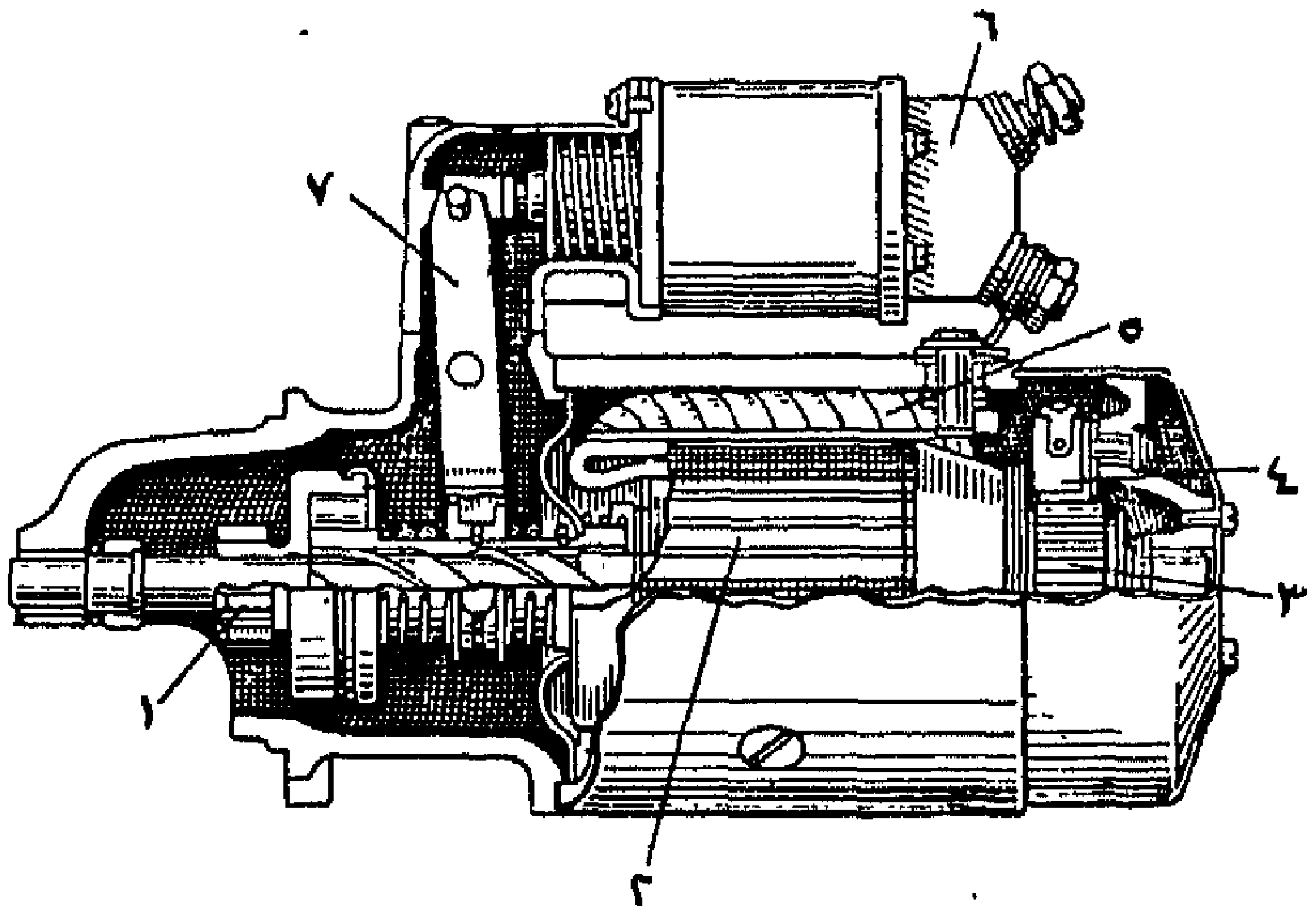
وتتطلب المحركات البنزين سرعة حوالى ٥٠ لفة/دقيقة لبدء حركتها ، بينما تتطلب المحركات الديزل ذوات الحقن المباشر سرعة حوالى ١٠٠ لفة/دقيقة . أما المحركات الديزل ذوات نظم الحقن الأخرى فتتطلب سرعة حوالى ٢٠٠ لفة فى الدقيقة لبدء حركتها إذا لم تكن مزودة بشمعات تسخين . ومن المسلم به أن موتورات بدء الحركة تتطلب قدرة خرج عالية . ولا يمكن توفير هذه القدرة إلا إذا كانت البطارية الاختزانية مشحونة شحناً جيداً .

وهناك موتورات بدء حركة مختلفة تدخل فى صناعة الجرارات وتعمل بتعشيق ترس البنيون بترس الحدافة بطرق متنوعة ، وأشهرها :

- موتور بدء حركة بترتيبة ترس بنيون يعمل بالقصور الذاتى .
- موتور بدء حركة ذو تعشيق متقدم وترتيبة ترس بنيون ميكانيكية .
- موتور بدء حركة أو تعشيق متقدم وترتيبة ترس بنيون يعمل بمفتاح تشغيل بملف لولبى .

موتور بدء الحركة ذو ترتيبة ترس البنيون الذى يعمل بالقصور الذاتى :

عند تشغيل مفتاح بدء الحركة الكهربائى يدور عضو الإنتاج (البوبينة) بموتور بدء الحركة ، فى حين يميل ترس البنيون إلى التوقف (نتيجة لقصوره الذاتى) ، وبالتالى فإنه يدفع بوساطة السن الحلزونية السريعة إلى التحرك بطول عمود عضو الإنتاج ليتعشق بترس الحدافة .

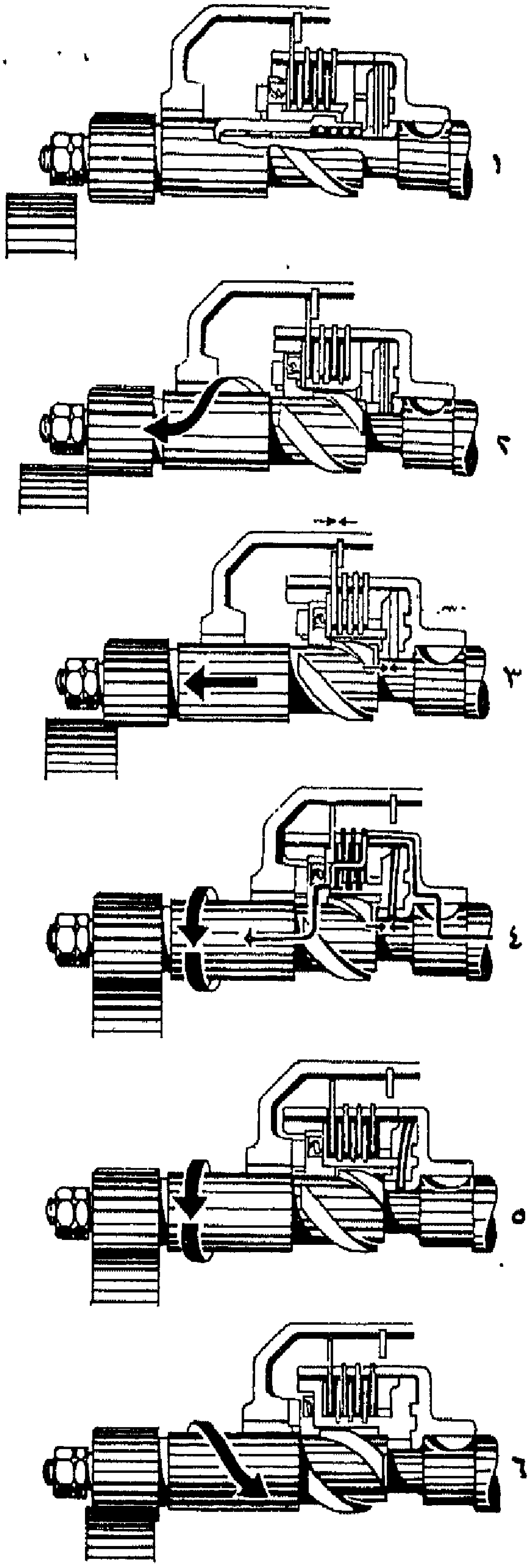


شكل (١٨٢) : موتور بدء الحركة (المارش) .
١ – ترس البنيون
٢ – عضو الإنتاج (البوبينة)
٣ – عضو التوحيد
٤ – فرشاة كربونية
٥ – لفائف المجال
٦ – مفتاح تشغيل بملف لولبى
٧ – ذراع تعشيق

وبمجرد بدء حركة المحرك ينفصل تعشيق ترس البنيون نتيجة لزيادة سرعة الحدافة ، فيعود ترس البنيون إلى وضعه الأول عن طريق السن الحلزونية السريعة .

موتور بدء الحركة ذو التعشيق المتقدم وترتيبة ترس البنيون الميكانيكية :

يدفع ترس البنيون بوساطة ذراع ترتيبة مناسبة إلى ترس الحدافة ، وعندما يصل إلى نهاية مساره يوصل التيار الكهربائى أوتوماتياً . وعندما يعشق الترسان ببعضهما البعض يبدأ ترس البنيون فى الدوران . وبمجرد أن يبدأ المحرك فىالدوران تعتق دواسة بدء الحركة فتنقطع دائرة التيار الكهربائى ويعود ترس ابنيون إلى وضعه الأصلى بفعل ياى حلزونى .



شكل (١٨٣) : طريقة عمل موتور بدء الحركة ذى التعشيق المتقدم وترتيبة ترس البنيون الذى يعمل بمفتاح تشغيل بملف لولبى .
١ – عند الضغط على زر تشغيل موتور بدء الحركة يسرى التيار الكهربائى إلى المفتاح ذى الملف اللولبى.
٢ – يدفع ترس البنيون إلى الأمام بطول السن الحلزونية السريعة بعمود عضو الإنتاج .
٣ – يعشق ترس البنيون بترس الحدافة .
٤ – عندما يكتمل تعشيق ترس البنيون يسرى التيار الكهربائى فى عضو الإنتاج فيدور الترس
٥ – يعمل قابض (دبرياج) فصل الحركة على منع سحب المحرك لموتور بدء الحركة وذلك بفصل تعشيق ترس البنيون من عمود الموتور .
٦ – عند قطع الدائرة الكهربائية يعود ترس البنيون بطول السن الحلزونية السريعة إلى وضعه الأصلى .

موتور بدء الحركة ذو التعشيق المتقدم وترتيبة ترس البنيون الذى يعمل بمفتاح تشغيل بملف لولبى :

عند تشغيل مفتاح بدء الحركة الكهربائى يسرى التيار الكهربائى إلى المفتاح ذى الملف اللولبى أولا . وتنتقل حركة دافعة المفتاح ذى الملف اللولبى إلى ذراع تدفع ترس البنيون بطول السن الحلزونية السريعة ليعشق بترس الحدافة ، وفى الوقت نفسه توصل هذه الذراع التيار الكهربائى فى دائرة التيار الضعيف بحيث يدور ترس البنيون ببطء بعد التعشيق . وعندما يكتمل تعشيق ترس البنيون تقفل الوصلات الرئيسية بالدائرة الكهربائية لبدء الحركة فتدور الحدافة .

ويركب بموتور بدء الحركة قابض (دبرياج) فصل حركة يعمل على إيقاف دوران عضو الإنتاج ، وذلك بفصل ترس البنيون من عمود موتور بدء الحركة بعد دوران المحرك . وبمجرد قطع الدائرة الكهربائية لموتور بدء الحركة يعود ترس البنيون إلى وضعه الأصلى قبل التعشيق (الشكل ١٨٣) .

(ﻫ) مجموعة توزيع القدرة (القوى) الكهربائية :

تشمل مجموعة توزيع القدرة الكهربائية الكابلات (الأسلاك) الواصلة بين المولد الكهربائى وبين المجموعات المستهلكة للتيار الكهربائى والمفاتيح الكهربائية والمصاهر (الفيوزات) اللازمة.

الكبلات :

يتطلب إمداد المجموعات الكهربائية المستهلكة للتيار الكهربائى تركيب كبلات مناسبة . وتتوقف مساحة المقطع المستعرض للكبل (مقاس الكبل) على شدة التيار الكهربائى (مقاسة بوحدة الأمبير) . فالكبل الرئيسى الموصل بالبطارية الاختزانية مثلا له مساحة مقطع كبيرة . وعلاوة على ذلك يجب ألا تكون الكبلات شديدة الطول حتى لا يحدث انخفاض كبير فى الجهد الكهربائى بسببها . وفيما يلى جدول بعدد من الكبلات النحاسية ذوات المقاطع المستعرضة المناسبة للاستخدامات العادية :

مساحات المقاطع المستعرضة للكبلات النحاسية المستخدمة لتوصيل موتورات بدء الحركة :

موقع الكبل		٦ فولط	
من البطارية الاختزانية (سعتها بالأمبير ساعة)	إلى موتور بدء الحركة (قدرته الحصانية المترية)	طول الكبل (م)	مساحة مقطعه المستعرض (م٢)
٥٠	٠٫٤	حتى ٠٫٨٥	٢٥
٧٥	٠٫٤	حتى ٠٫٦٥	٢٥
٦٢٫٥	٠٫٦	حتى ٠٫٨٠	٢٥
٨٧٫٥	٠٫٨	حتى ٠٫٨٥	٣٥

موقع الكبل		١٢ فولط	
من البطارية الاختزانية (سعتها بالأمبير ساعة)	إلى موتور بدء الحركة (قدرته الحصانية المترية)	طول الكبل (م)	مساحة مقطعه المستعرض (م٢)
٥٠	١٫٠	حتى ١٫٦	١٦
٦٢٫٥	١٫٨	حتى ١٫٤	٢٥
١٠٥	١٫٨	حتى ١٫٤	٣٥
١٥٠	٢٫٥	حتى ١٫٦	٥٠
		٢٤ فولط	
٧٥	٤٫٠	حتى ٢٫٨	٣٥
١٥٠	٤٫٠	حتى ٣٫٢	٥٠
١٥٠	٦٫٠	حتى ٣٫٢	٧٠
١٥٠	١٠٫٠	حتى ٣٫٢	٢ × ٩٥

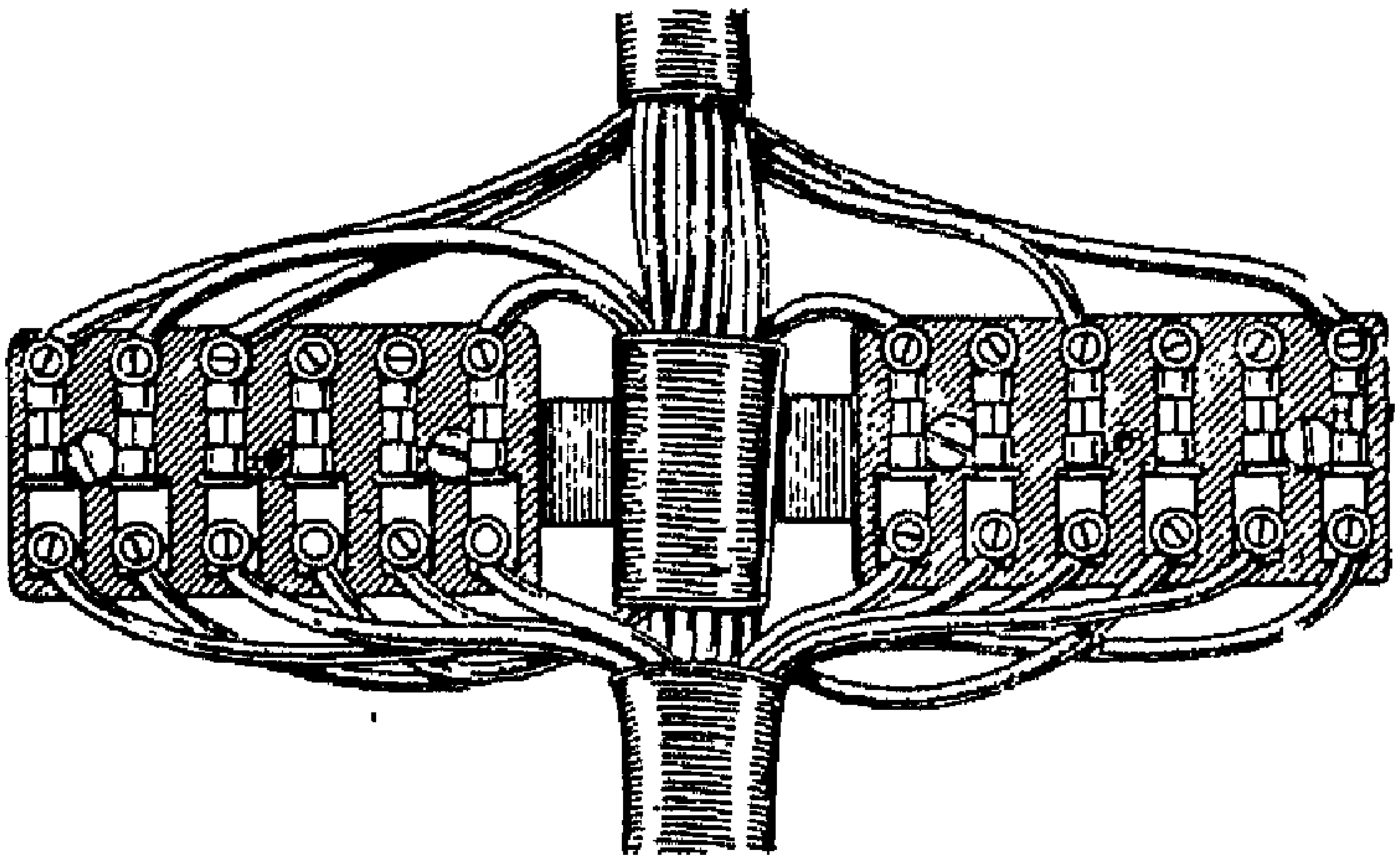
مساحات المقاطع المستعرضة للكبلات المستخدمة لتوصيل المولدات الكهربائية :

قدرة خرج المولد بالواط	طول الكبل (م)	مساحة مقطعه المستعرض(م٢)
	٦ فولط	
٣٠	حتى ٢٫٨	٢٫٥
٦٠	حتى ٢٫٣	٤٫٠
٧٥	حتى ٢٫٠	٤٫٠
٩٠	حتى ٢٫٣	٦٫٠
١٥٠	حتى ٢٫٣	١٠٫٠
	١٢ فولط	
٧٥	حتى ٤٫٦	٢٫٥
١٣٠	حتى ٤٫٦	٤٫٠
٢٠٠	حتى ٥٫٠	٦٫٠
٣٠٠	حتى ٥٫٠	١٠٫٠
٤٠٠	حتى ٦٫٠	١٦٫٠
١٢٠٠	حتى ٣٫٤	٢٥٫٠
	٢٤ فولط	
٢٠٠	حتى ١٢٫٠	٤٫٠
٥٠٠	حتى ١٢٫٠	١٠٫٠
١٠٠٠	حتى ١١٫٢	١٦٫٠
١٤٠٠	حتى ٨٫٠	١٦٫٠

مساحات المقاطع المستعرضة لبعض الكبلات المستخدمة فى الأغراض العامة :

موقع الكبل		٦ فولط		١٢ فولط ، ٢٤ فولط	
من	إلى	الطول (م)	مساحة المقطع المستعرض (م٢)	الطول (م)	مساحة المقطع المستعرض (م٢)
مفتاح الإشعال الكهربائى	المصهر (الفيوز)	حتى ١٫٠	٢٫٥	حتى ١٫٥	١٫٥
المصهر(الفيوز)	لمبة إشارات الإيقاف	حتى ٥٫٠	١٫٠	حتى ٧٫٠	٠٫٧٥
مفتاح الإشعال الكهربائى	ملف (بوبينة) الإشعال	حتى ٣٫٥	٠٫٧٥	حتى ٤٫٥	٠٫٧٥
شمعة التسخين	مفتاح تشغيل شمعة التسخين	—	—	حتى ١٫٥	٤٫٠
موتور بدء الحركة(المارش)	صندوق التوصيلات	—	٤٫٠	حتى ٢٫٠	٢٫٥
مفتاح الإضاءة الكهربائى	مفتاح الإشعال الكهربائى	حتى ١٫٠	٢٫٥	—	—
البطارية الاختزانية	إطار الجرار المعدنى	كما هى الحال فى التوصيل من البطارية إلى موتور بدء الحركة			
المصهر(الفيوز)	الفانوس الأمامى (حتى ٢٥ واط)	حتى ١٫٥	١٫٥	حتى ٢٫٥	١٫٠
	الفانوس الأمامى (أكبر من ٢٥ واط)	حتى ٢٫٠	٢٫٥	حتى ٣٫٠	١٫٥
مفتاح الإضاءة الكهربائى	المصهر	حتى ١٫٠	١٫٥	حتى ١٫٠	١٫٠
المولدالكهربائى (الدينامو)	المنظم	(انظر : الكبلات المستخدمة لتوصيل المولداتالكهربائية)			
مفتاح تشغيل شمعة التسخين	لمبة المؤخرة	—	—	حتى ١٫٥	٤٫٠
ملف الإشعال	موزع الإشعال (الاسبراتير)	—	٠٫٧٥	—	٠٫٧٥

والتوصيلات المعيبة للكبلات ، والكبلات الرديئة ، وأسطح التلامس غير النظيفة ، كلها تتسبب فى حدوث أعطال بالمجموعات المستهلكة للتيار الكهربائى . وكقاعدة عامة يجب استبدال



شكل (١٨٤) : صندوق المصاهر (الفيوزات) .

الكبلات المقطوعة فوراً . وتتسبب العوازل المعيبة فى ظهور أعطال قد تؤدى إلى حدوث دوائر قصر تسبب تفريغا للبطارية . والعوازل التالفة تكون فى الغالب سبباً فى الحرائق .

المصاهر (الفيوزات) :

تشتمل أية دائرة كهربائية على مصاهر (فيوزات) مناسبة تعمل على منع حدوث التلفيات الجسيمة فى المجموعات المستهلكة للتيار الكهربائى والكبلات والبطارية .

وتوضع المصاهر عادة فى صندوق خاص يسمى صندوق المصاهر بحيث يمكن استبدالها بسهولة (الشكل ١٨٤) . فإذا زادت شدة التيار الكهربائى فى الدائرة على الحد المعين المسموح به ، يحترق عنصر الانصهار بالمصهر فتنقطع الدائرة الكهربائية . ولا يسمح بأى حال من الأحوال بإصلاح المصاهر المحترقة أو ترميمها بسلك ، وإلا حدثت تلفيات جسيمة لا يمكن تفاديها فى المجموعات والتوصيلات الكهربائية ، فضلا عن احتمال احتراق الجرار كله .

لذلك يجب تحديد مكان العطل بالدائرة الكهربائية بعناية بمجرد أن يحترق أحد المصاهر . ورسومات التوصيلات الكهربائية الواردة فى كتيب إرشادات التشغيل ذات عون كبير فى هذه الحالة .

(و) معدات (وسائل) الإضاءة :

تزود الجرارات عادة بمصباحين (أى فانوسين) أماميين يكفيان لإنارة الطريق أمامها . ولا تركب بالجرارات لمبات للإضاءة البعيدة المدى نظراً للسرعات البطيئة نسبياً التى تسير بها على الطريق ، وذلك خلافاً للحال بعربات النقل (اللوارى) التى يعتبر تركيب مثل هذه اللمبات فيها أساسياً . ولتشغيل الجرار ليلا يلزم تزويده بمصباح إضاءة منتشرة يوجه للمؤخرة ، وكشاف متحرك يمكن توجيهه إلى أى جانب .

وتجمع لمبة المؤخرة (المصباح الخلفى) ولمبة إشارات الإيقاف عادة فى تجهيزة (مجموعة)

إضاءة واحدة . وبمجرد إضاءة المصباحين (الفانوسين) الأماميين تضيء كذلك لمبتا المؤخرة الحمراوتا اللون . وعند التشغيل الليلي تحدد هاتان اللمبتان الحمراوتان جانبي الجرار .

وتستخدم إحدى لمبتي المؤخرة لتضيء كذلك اللوحة الحاملة لرقم الجرار . وعند تشغيل فرملة القدم تضيء لمبة إشارات الإيقاف الصفراء اللون . ولتشغيل الجرار ليلا ينبغي وضع لمبة إضاءة في لوحة أجهزة البيان (التابلوه) أمام السائق بكيفية تمكنه من ملاحظة جميع أجهزة البيان دون انبهار عينيه .

(ز) الملحقات واللوازم الكهربائية :

– تركب على حاجب الريح مساحة (تسمى مساحة المطر) تعمل أوتوماتياً . والغرض منها توضيح الرؤية في الجو المطير . وهي تستمد حركتها من موتور كهربائي . ويجب عدم تشغيلها إلا إذا كان حاجب الريح (البرابريز) مبتلا بالدرجة الكافية ، وذلك لمنع تخدشه .

– والجرارات المستخدمة في الجر على الطرق تزود بأذرع إشارات متحركة (سيمافور) لإصدار إشارات جانبية ، أو بوسائل إرسال إشارات وميضية (غمازات) ، وذلك لاستخدامها في التنبيه إلى تغيير اتجاه سير الجرار .

– وتزود جميع الجرارات كذلك بأبواق (كلاكسات) كهربائية .

(ح) ملاحظات تتعلق بالصيانة والإصلاح :

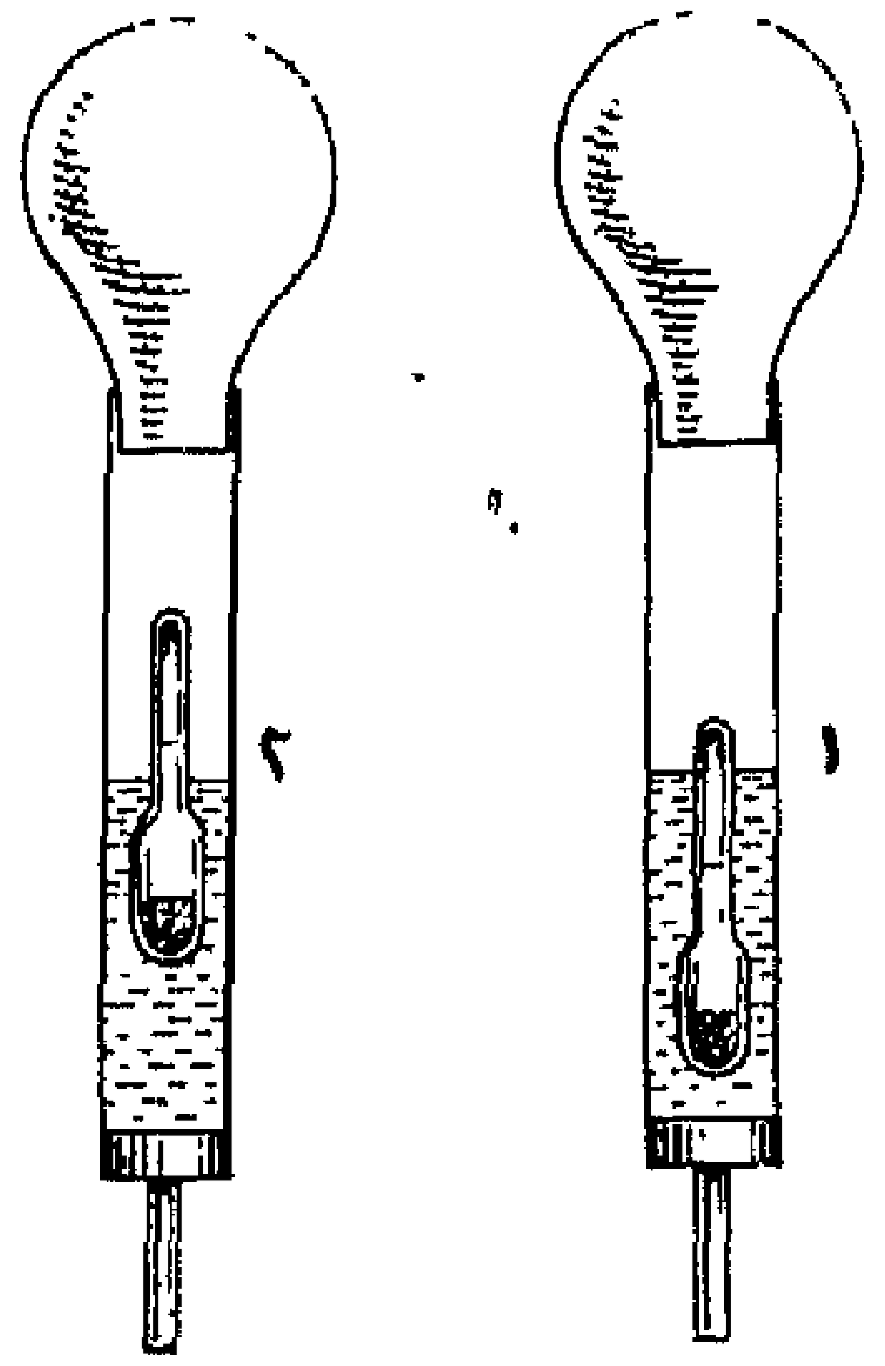
١ – قبل إجراء أي إصلاحات في المجموعات الكهربائية يجب فك الكبلات الواصلة من البطارية الاختزانية لمنع حدوث أية دوائر قصر أو حوادث .

٢ – إذا أريد إصلاح أية معدة (مجموعة) كهربائية ، مثل موتور بدء الحركة (المارش) ، أو المولد الكهربائي (الدينامو) أو منظم الجهد ، إلخ ، فإنه يوصى بالرجوع إلى ورشة متخصصة يمكن إجراء هذا الإصلاح فيها بكفاءة .

٣ – يجب صيانة البطارية الاختزانية في فترات منتظمة ، بعد كل ١٠٠ ساعة من ساعات التشغيل تقريباً . وأول أجراء يتخذ في صيانتها هو قياس مستوى الحمض في خلاياها ، والذي ينبغي أن يكون أعلى من الألواح الرصاصية بحوالي ٢ سم .

وإذا كان جزء من السائل قد تبخر بحيث يحتم الأمر استعواضه ، في هذه الحالة لا يستخدم إلا الماء المقطر (نظراً لأن الحمض لا يتبخر) ، إذ أن مياه الصنابير تتلف البطارية قبل الأوان .

ولملء البطارية يستخدم قمع لتفادي تبلل أغطية الخلايا . ويستخدم الجهاز المبين في الشكل ١٨٥ لاختبار الحمض في الخلايا . وينبغي أن تنغمس عوامة القياس في السائل حتى العلامة المحددة .



شكل (١٨٥) : جهاز اختبار كثافة الحمض .
١ – وضع العوامة عندما تكون البطارية ضعيفة الشحن .
٢ – وضع العوامة عندما تكون البطارية مشحونة .

وإذا كان السبب فى فقد الحمض هو انسكاب السائل من البطارية ، فغنى عن القول ضرورة استعواض الحمض المفقود . وسائل البطارية يتكون من حمض الكبريتيك المخلوط بالماء المقطر بنسبة محدودة*، ووزنه النوعى (كثافته) ١,٢٨٥ . وحمض البطاريات الجاهز الصنع متوافر فى الأسواق ، وما على صاحب الجرار إلا خلطه بالماء المقطر بالنسبة المحددة إذا توافر لديه جهاز الخلط الخاص الذى يحدد الوزن النوعى (الكثافة) .

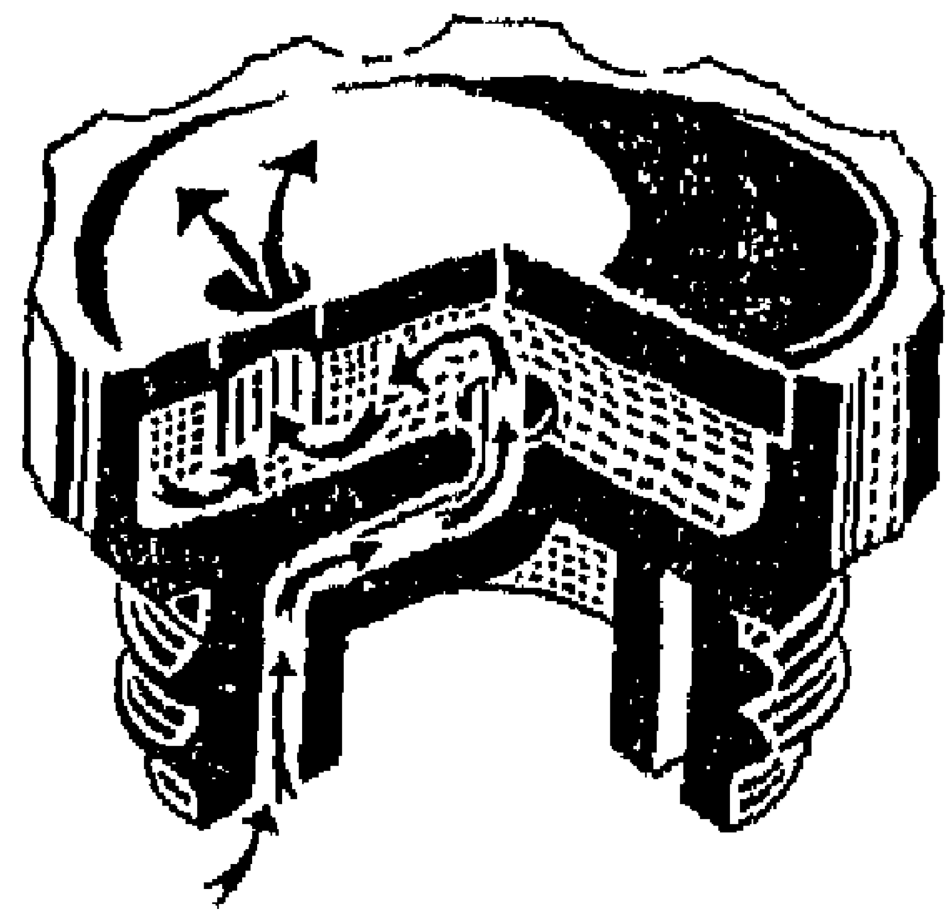
ولتفادى وقوع الحوادث ينبغى مراعاة ما يلى :

(ا) يجب إضافة الحمض بكميات صغيرة إلى الماء المقطر ، ويحظر العكس ، أى يحظر صب الماء المقطر على الحمض .

(ب) ينبغى تنظيف سدادات التنفيس فى فترات منتظمة . وهنا يجب كذلك تنظيف مسالك التنفيس بالسدادات لتمكين الغازات المتكونة فى خلايا البطارية من الهروب عن طريقها (شكل ١٨٦) .

(ج) يلاحظ أن الغازات المتكونة فى البطارية قابلة للانفجار . لذلك ينبغى بذل أقصى عناية ممكنة عند إجراء أية عملية لحام بالقرب من البطاريات . وعند اختبار مستوى الحمض يحظر استخدام أية وسيلة إضاءة عارية (مصباح جاز أو شعلة مثلا) .

(د) ترشاش (طرطشة) الحمض أو بخاره يتسبب كلاهما فى تكوين طبقة رقيقة (غلاف) عازلة على قطبى (أصبعى) البطارية . لذلك يجب إزالة هذه الطبقة بمحلول الصودا الساخن . ويتبع ذلك تغطية القطبين بشحم صامد للأحماض .



شكل (١٨٦) : سدادة تنفيس البطارية الاختزانية .

(ه) البطاريات الاختزانية المشحونة ، والمملوءة بسائل وزنه النوعى محدد ، لا تكون عرضة لتجمد سائلها بها ، لأن السائل فى هذه الحالة لا يتجمد إلا عند درجة حرارة – ٦٥°م . أما البطاريات غير المشحونة (المفرغة) فإن سائلها يتجمد عند درجة حرارة من – ١٠°م إلى – ٢٠°م. وفى الجو القارس البرودة يجب إخراج البطاريات من الجرارات المنتظرة بالعراء لمدد طويلة بدون تشغيل ، وتخزينها (أى البطاريات) فى غرفة غير باردة .

(و) إذا تطلب الأمر تخزين البطارية لفترة طويلة ، فى هذه الحالة يجب إعادة شحنها كل ٤ – ٥ أسابيع . وينصح حينئذ بتفريغ شحن البطارية فى فترات منتظمة ، ثم إعادةُ إعادة شحنها بجهاز شحن مناسب ، حيث أن ذلك يكفل لها عمر خدمة طويل .

(ز) عند توصيل الكبلات بأقطاب (أصابع) البطاريات ، يجب التأكد دائماً من توصيل القطب الموجب بنظيره الموجب ، والقطب السالب بنظيره السالب . وكبل القطب السالب عادة هو الذى يوصل بهيكل الجرار . ومع ذلك فهناك بعض حالات لمكنات زراعية ذاتية الحركة ، مثل وحدات الحصاد ، يكون القطب الموجب فيها هو الموصل بإطارها المعدنى . لذلك ، فعند خلع الكبل يجب معرفة أى القطبين هو الموصل بالإطار المعدنى . ويتضمن كتيب إرشادات التشغيل المسلم مع الجرار ملاحظات فى هذا الشأن كذلك .

٤ – المولدات الكهربائية (الديناموات) ذوات المنظمات لا تتطلب صيانة عادة . وينبغى تنظيفها بعد كل ٣٠٠ ساعة من ساعات التشغيل. وعند إجراء ذلك يجب فحص الفرش الكربونية وعضو التوحيد من حيث التآكل ، واستبدال فرش جديدة بالفرش المتآكلة ، مع مراعاة أن تكون الفرش الجديدة متطابقة (مخدمة) مع عضو التوحيد . ويوصى بتنظيف الحامل وتشحيمها بشحم ذى نقطة انصهار عالية .

وينبغى المحافظة دائماً على نظافة أطراف التوصيل ، مع التأكد من إحكام ربط التوصيلات . أما المولدات الكهربائية التى تتطلب صيانة فتزود بوسائل تشحيم يجب ملؤها بالشحم فى فترات منتظمة.

٥ – إذا تطلب الأمر تركيب كبل جديد فيجب التأكد بعناية من استخدام الكبل ذى المقاس (مساحة المقطع المستعرض) المضبوط . ويجب ألا تكون أطراف التوصيل سائبة الرباط بحيث تفقد التلامس .

كما يجب أن تكون أسطحها المعدنية عارية ونظيفة دائماً . ولا يسمح بإصلاح المصاهر (الفيوزات) المحترقة أو ترميمها بقطعة من السلك . وإنما يجب دائماً استبدالها . وينبغى تجهيز مجموعة من المصاهر الاحتياطية المناسبة بحيث تكون متيسرة مع الجرار فى كل وقت . وإذا اشتعل أحد الكبلات فيجب على الفور قطع التيار عن كل الأجهزة (المجموعات) الكهربائية المستهلكة للتيار ، مع فصل الكبل الموجب الرئيسى الموصل بالبطارية . وينبغى تركيب الكبلات بكيفية تحميها من البلل بالوقود .

١٢ – نظام الإشعال فى المحركات البنزين :

(أ) عـام

سبق القول بأن خليط الهواء والوقود الذى يتطلبه المحرك البنزين يشعل بوساطة شرارة كهربائية تنبعث بين إلكترودى شمعة الشرر (البوجيه) . وتعرف طريقة الإشعال هذه باسم الإشعال بوسيلة خارجية . ولإحداث شرارة كهربائية بين الإلكترودين ، تكفى شدتها لإشعال خليط الهواء والوقود ، فإن الجهد الكهربائى الناتج من البطارية أو المولد الكهربائى (الدينامو) لا يعتبر كافياً .

فالجهد المطلوب لهذه العملية لا يقل عن ١٠,٠٠٠ فولط إلى ١٥,٠٠٠ فولط . وفضلا عن ذلك يجب توليد التيار ذى الجهد العالى المطلوب ، وتغذية شمعات الشرر (البوجيهات) به ، فى التوقيتات المحددة .

ويوضح الشكل ١٨٧ رسماً تخطيطياً لدورة الإشعال . والمكونات الأساسية لهذه الدورة هى :

– البطارية الاختزانية (أو المولد الكهربائى) كمصدر لتوليد القدرة أو (الطاقة) الكهربائية

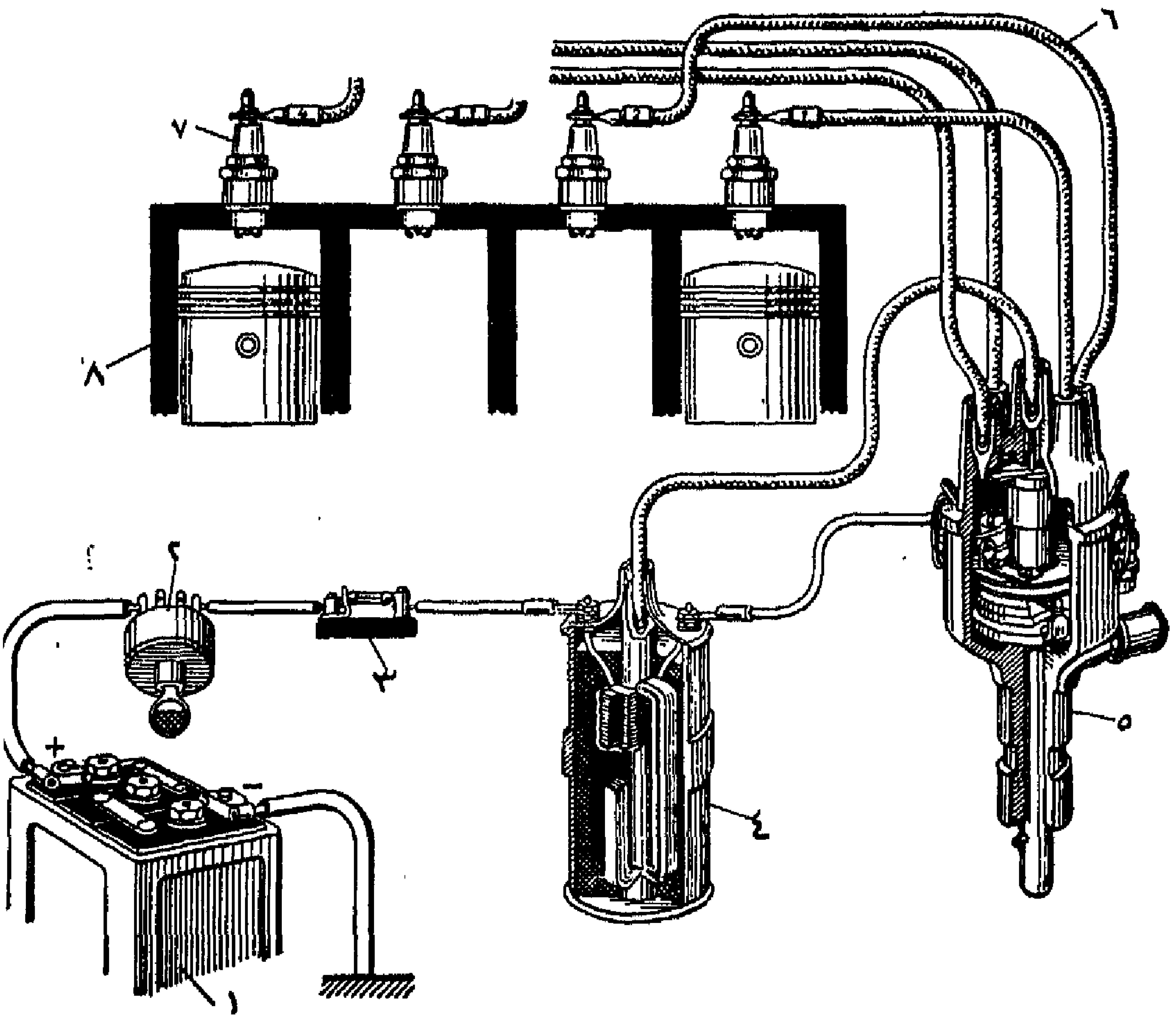
– ملف (بوبينة) الإشعال .

– موزع الإشعال (الأسبراتير) ، ويسمى كذلك موزع الشرر ، وبه : آلية تقديم للشرارة تعمل بالطرد المركزى ، وقاطع تلامس .

– شمعات الشرر (البوجيهات) .

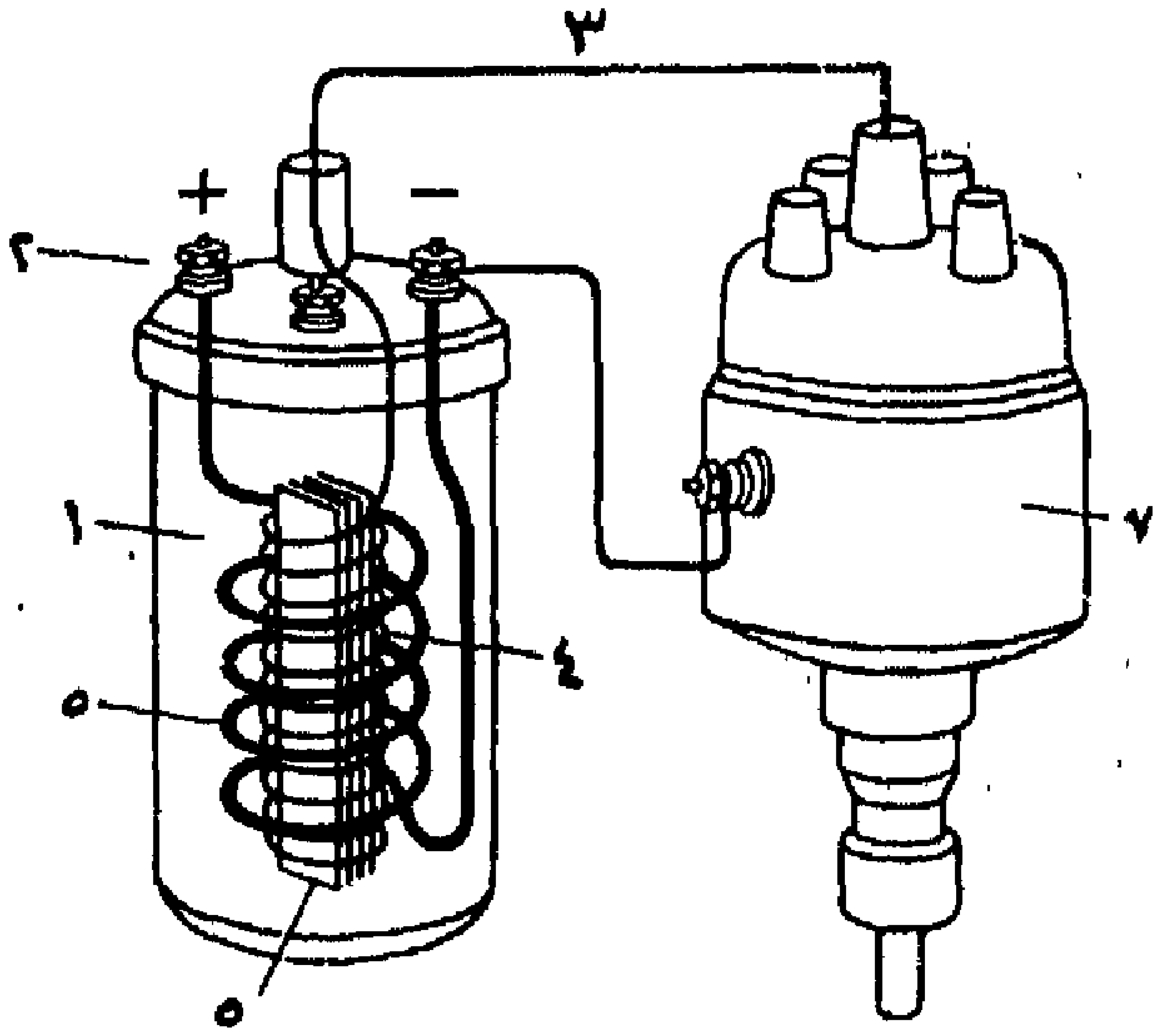
(ب) ملف (بوبينة) الإشعال :

يعتبر نظام الإشعال بالبطارية وملف الإشعال متفقاً عليه حالياً ، كنظام قياسى للإشعال بمحركات الجرارات . ويتحول التيار الكهربائى المنخفض الجهد ، الخارج من البطارية أو المولد الكهربائى (الدينامو) ، إلى تيار عالى الجهد – يتراوح جهده بين ١٠,٠٠٠ فولط و ١٥,٠٠٠



شكل (١٨٧) : نظام (دورة) الإشعال بالبطارية وملف (بوبينة) الإشعال .

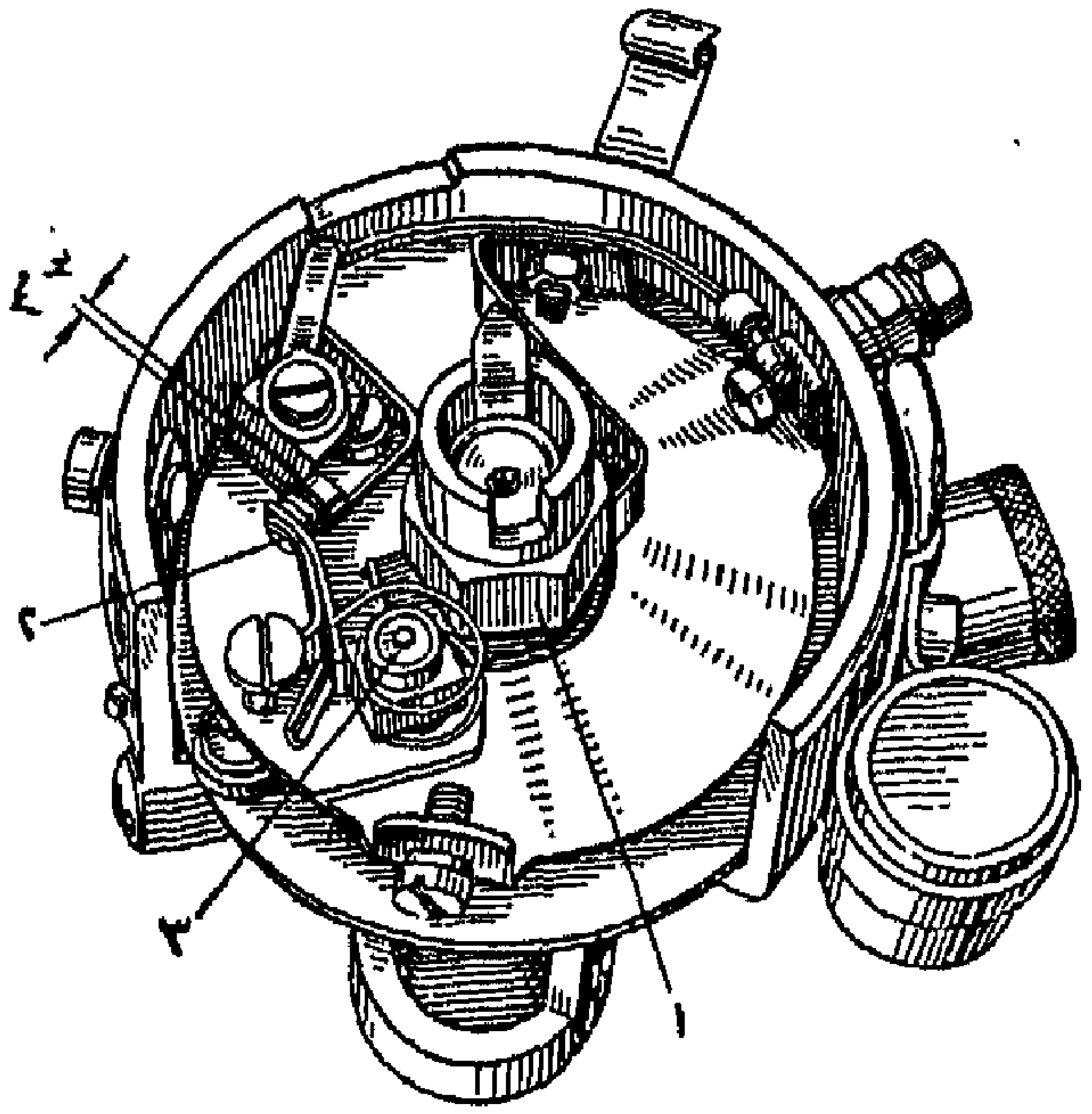
١ – البطاريـة
٢ – مفتاح التلامس (الكونتاكت)
٣ – مصهر (فيوز)
٤ – ملف (بوبينة) الإشعال
٥ – موزع الإشعال (الاسبراتير)
٦ – كبلات التوصيل بشمعات الشرر
٧ – شمعات الشرر (البوجيهات)
٨ – أسطوانة المحرك



شكل (١٨٨) : ملف (بوبينة) الإشعال

١ – ملف الإشعال
٢ – طرف التوصيل بالمنظم
٣ – كبل الجهد العالى
٤ – اللفائف الثانوية
٥ – اللفائف الابتدائية
٦ – القلب الحديدى
٧ – موزع الإشعال (الأسبراتير)

شكل (١٨٩) : موزع الإشعال
(الأسبراتير) وبه قاطع التلامس .
١ – كامة
٢ – ذراع التلامس (ريشة الأبلاتين)
٣ – محمل ذراع التلامس .

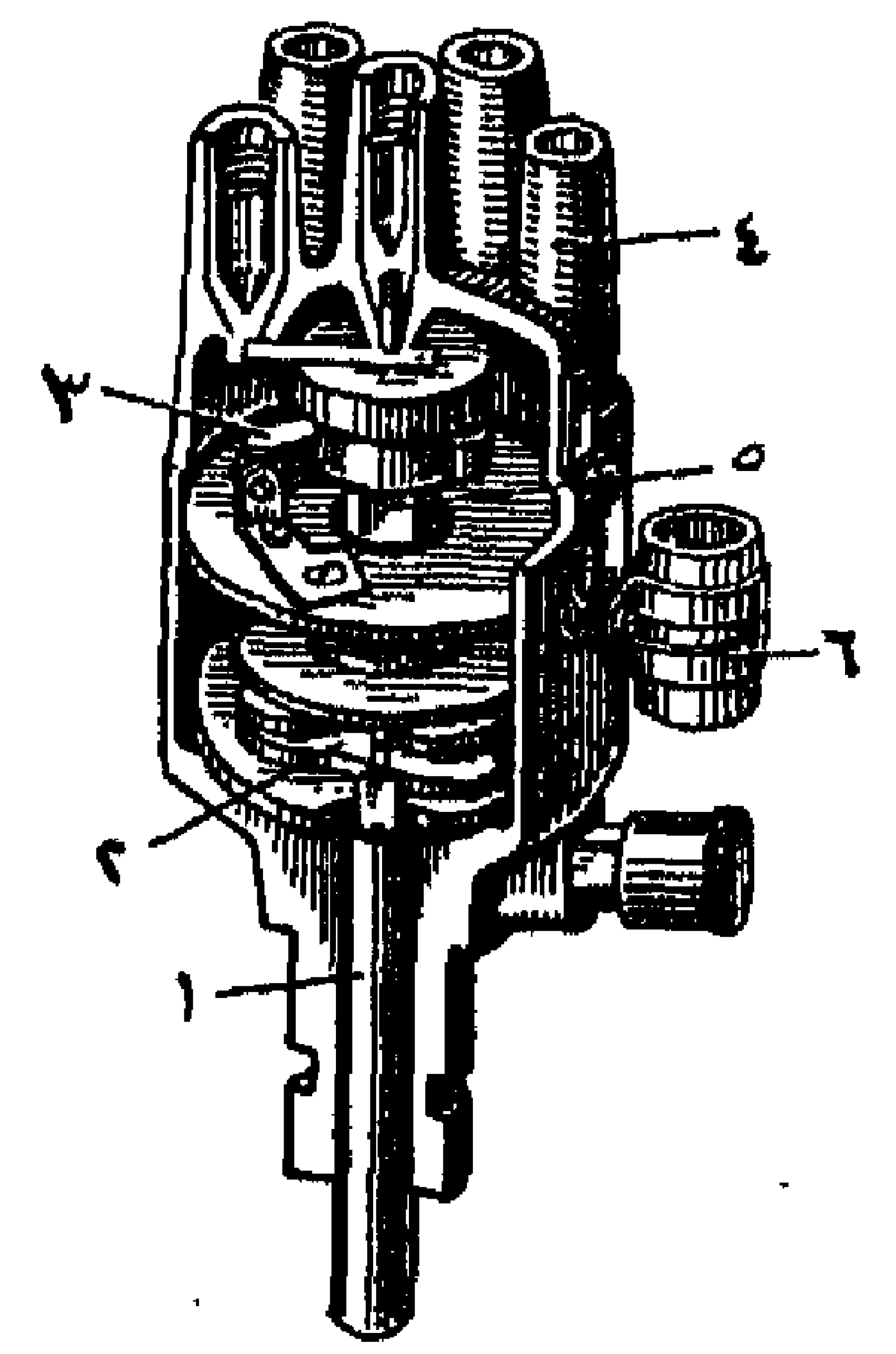


فولط – بفعل ملف الإشعال . ويوضح الشكل ١٨٨ رسماً تخطيطياً لملف الإشعال . وهو يتكون من عدة لفائف ابتدائية قليلة من السلك ملفوفة بقطر كبير ، ولفائف أخرى ثانوية عديدة ملفوفة بقطر أصغر نسبياً ، وقلب من الحديد .

ويسرى التيار الكهربائى من البطارية خلال اللفائف الابتدائية مولداً فيها مجالا للقوة . تماماً كما يحدث فى المغنطيس الكهربائى .. وعندما يتقطع التيار فى فترات منتظمة ، بفعل قاطع التلامس ، ينخفض مجال القوة فتنشأ فى اللفائف الثانوية نتيجة لذلك نبضات للتيار الكهربائى يتراوح جهدها بين ١٠,٠٠٠ فولط ، و ١٥,٠٠٠ فولط . وهذه النبضات العالية الجهد تكفى لإحداث التفريغ الكهربائى المطلوب عبر إلكترودى شمعة الشرر (البوجيه) .

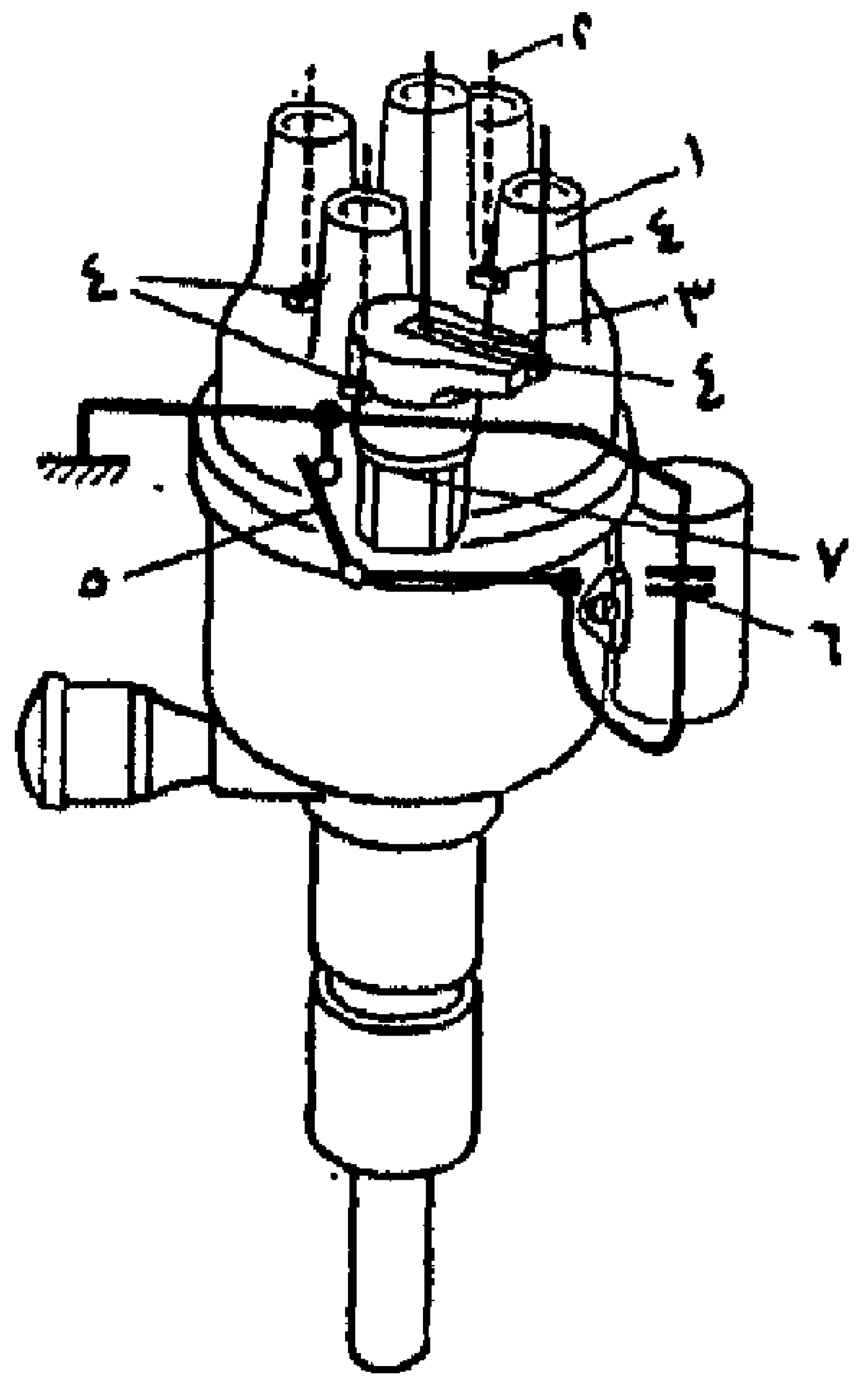
(ج) قاطع التلامس ، والمكثف (الكوندنسر) :

يستخدم قاطع التلامس (الشكل ١٨٩) لقطع دائرة اللفائف الابتدائية فى اللحظة التى ينبغى أن تحدث فيها الشرارة الكهربائية فى كل أسطوانة ، والتى تتوقف على وضع الكباس فيها فى أثناء شوط الانضغاط . ويوصل المكثف (الكوندنسر) بقاطع التلامس على التوازى لمنع حدوث تفريغ كهربائى زائد على الحد المقرر بين طرفى التلامس به . وبدون المكثف يحترق طرفا التلامس (الأبلاتين) ويتآكلان بسرعة فى غضون وقت قصير . وعلاوة على ذلك يعمل المكثف على تقوية شرارة الإشعال ، حيث أنه يعيد الطاقة الكهربائية المختزنة بعد كل قطع لدائرة اللفائف الابتدائية .



شكل (١٩٠) : موزع الإشعال ومعه قاطع التلامس والحاكم الطارد المركزى .

١ — عمود الموزع
٢ — وسيلة تقديم الشرارة الكهربائية
٣ — قاطع التلامس
٤ — غطاء الموزع
٥ — كامة قاطع التلامس
٦ — المكثف (الكوندنسر)



شكل (١٩١) : موزع الإشعال (الدائرة الكهربائية لتيار الإشعال) .

١ — غطاء الموزع
٢ — كبسل جهد عال يوصل بشمعة الشرر
٣ — ذراع عضو التوزيع الدوار
٤ — نقطة التلامس
٥ — قاطع التلامس
٦ — المكثف
٧ — كامة قاطع التلامس

وأى عيب بالمكثف يترتب عليه عدم حدوث الشرارة عبر إلكترودى شمعة الشرر ، أو أن تكون شدتها غير كافية لإشعال الوقود .

(د) موزع الإشعال (الأسبراتير)

يتكون المحرك المستخدم فى الجرارات عادة من عدة أسطوانات ، وهذا يتطلب استخدام موزع إشعال لتوزيع التيار العالى الجهد من ملف الإشعال إلى جميع شمعات الشرر فى اللحظات المحددة (الشكلان ١٩٠ ، ١٩١) . ويركب موزع الإشعال مع علبة قاطع التلامس مباشرة ليكونا معاً مجموعة واحدة . ويحتوى غطاء موزع الإشعال على ٤ أو ٦ أو ٨ نقط تلامس — حسب عدد الأسطوانات بالمحرك — يسرى عن طريقها التيار الكهربائى إلى شمعات الشرر .

وعندما تتحرك ذراع (ريشة) التلامس يسرى التيار العالى الجهد من اللفائف الثانوية لملف الإشعال إلى ذراع عضو التوزيع الدوار . وحيث أن هذه الذراع موصلة بعمود كامة قاطع التلامس ،

فإنهـا تتبع حركة هذا العمود لتقفل الدوائرة ، عن طريق نقط التلامس الموجودة بغطاء الموزع ، فى فترات منتظمة .

ويسرى التيار ذو الجهد العالى – عن طريق ذراع عضو التوزيع الدوار – من موزع الإشعال إلى نقط التلامس الموجودة داخل غطاء الموزع ، ومنهـا إلى شمعات الشرر عن طريق كبلات الإشعال . ولترتيب الإشعال هنا – أى الترتيب الذى تشعل به الأسطوانات – أهمية بالغة .

والترتيب التالى للإشعال شائع الاستخدام (يرجع إلى الملاحظات المتعلقة بترتيب الإشعال فى كتيب إرشادات التشغيل) :

محرك بأربع أسطوانات فى خط واحد
١ – ٣ – ٤ – ٢
أو ١ – ٢ – ٤ – ٣

محرك بأربع أسطوانات أفقية متضادة
١ – ٤ – ٣ – ٢

محرك بست أسطوانات فى خط واحد
١ – ٥ – ٣ – ٦ – ٢ – ٤
أو ١ – ٢ – ٤ – ٦ – ٥ – ٣

محرك بثمان أسطوانات فى خط واحد
١ – ٤ – ٧ – ٣ – ٨ – ٥ – ٢ – ٦

محرك بثمان أسطوانات مرتبة على شكل الحرف V
١ – ٥ – ٤ – ٨ – ٦ – ٣ – ٧ – ٢
أو ١ – ٨ – ٣ – ٦ – ٤ – ٥ – ٢ – ٧

(هـ) توقيت الاشعال ، والتحكم فيه :

يستغرق احتراق خليط الهواء والوقود المنضغط فى الأسطوانة وقتاً محدداً . وتتهيأ أفضل الظروف للحصول على أقصى قدرة خرج للمحرك عندما يؤثر ضغط الغازات المتمددة على رأس الكباس فور وصول الكباس إلى النقطة الميتة العليا . لذلك يجب تقديم الشرارة عند دوران المحرك بسرعات عالية ، أى تقديم وقت حدوث الإشعال .

ومن ناحية أخرى ، يجب توقيت الإشعال بحيث تحدث الشرارة قبل وصول المحرك إلى النقطة الميتة العليا مباشرة عندما يدور المحرك ببطء (أى بسرعة التباطؤ) أو عند بدء حركته (أى تقويمه) . وهذا الإجراء يكفل الدوران السل " حدوث الإشعال المرتد (العطس) عند بدء الحركة .

وفى المحركات الصغيرة تستخدم آلية تقديم أوتوماتية تعمل بالطرد المركزى – تعرف كذلك باسم الحاكم الطارد المركزى – للتوقيت وفقاً لسرعة المحرك . أما فى المحركات الثقيلة فيمكن التحكم فى التوقيت يدوياً .

آلية التقديم الأوتوماتية التي تعمل بالطرد المركزي :

تركب كامة قاطع التلامس تركيباً مفصلياً على عمود الموزع . ويتحدد الوضع النهائي لها عن طريق ثقلي موازنة مربوطين إلى يايين . وتتسبب الزيادة في السرعة في تباعد الثقلين وطردهما إلى الخارج متحركين حول محوري ارتكازهما ، فتنتقل الحركة إلى كامة قاطع التلامس التي يتغير وضعها تبعاً لذلك . وعندما تنقص السرعة يتقارب الثقلان وينضمان إلى الداخل نحو المركز ، بفعل شد ياي التحكم ، فتتحرك الكامة تجاه وضعها الأصلي .

التحكم في التوقيت يدويا :

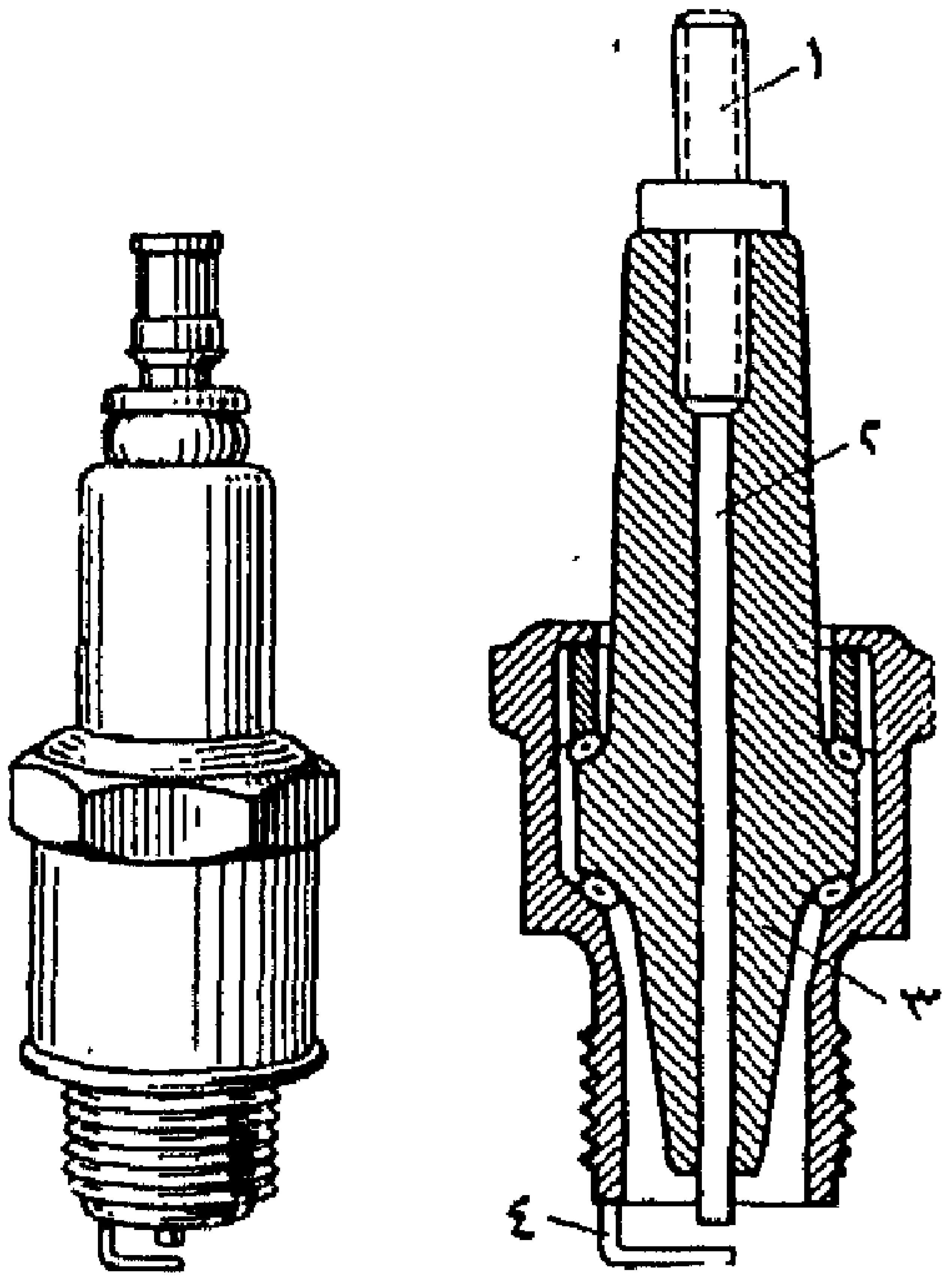
يستطيع سائق الجرار تشغيل وسيلة مستقلة للتحكم في توقيت الشرارة عن طريق ترتيبة كبلات تحكم مجهزة في لوحة أجهزة البيان (التابلوه) أمامه . ويمكن ، في حدود معينة ، تدوير قرص قاطع التلامس ذي الحركة الدائرية أو مجموعة موزع الإشعال . فبالتدوير في اتجاه كامة قاطع التلامس يمكن تأخير توقيت الشرارة ، في حين يمكن تقديمه بالتدوير في الاتجاه المضاد .

(و) شمعات الشرر (البوجيهات) :

الغرض من شمعة الشرر (البوجيه) هو نقل التيار العالي الجهد ، الوارد من موزع الإشعال إلى غرفة الاحتراق ليبعث عبر إلكترودي الشمعة شرارة كهربائية تبدأ إشعال خليط الهواء والوقود المنضغط .

وتتكون شمعة الشرر (الشكل ١٩٢) من العازل والجسم ، وطرف توصيل الكبل ، والإلكترود المتوسط (المركزي) ، والإلكترود الأرضي (الموصل بالطرف الأرضي) . وينبغي أن تتوافر في شمعة الشرر اشتراطات محددة لتأدية وظيفتها . فدرجة الحرارة التي تصل إليها غرفة الإحتراق بعد الإشعال تقع بين ٢٠٠٠°م ، ٣٠٠٠°م حسب نوع المحرك . كما أن الغازات المتمددة تسلط ضغطاً على جدار غرفة الاحتراق ورأس الكباس يتراوح بين ٤٠ ضغط جوي و٥٠ ضغط جوي . وبعد الاحتراق مباشرة ينخفض الضغط إلى ٠,٩ ضغط جوي ، كما تنخفض درجة الحرارة – نتيجة للهواء الجديد المسحوب أو المخاليط الجديدة المسحوبة – إلى ما بين ٦٠°م و١٥٠°م . ومن ثم فإن الاشتراطات التي ينبغي توافرها في أي جزء من أجزاء شمعة الشرر ، وأولها العازل ، تعتبر ملزمة وخاصة ما يتعلق منها بمقاومة الحرارة .

وإذا أخذ في الاعتبار أن العوامل المحددة للظروف التي تعمل في ظلها شمعة الشرر ، مثل السرعة ونسبة الانضغاط ونظام التبريد ، إلخ ، تختلف باختلاف أنواع المحركات فحينئذ يتضح أنه لا توجد شمعة شرر واحدة عامة الأغراض . ولهذا السبب تحدد الجهة المنتجة للجرار أفضل نوع لشمعة الشرر يناسب محركه .



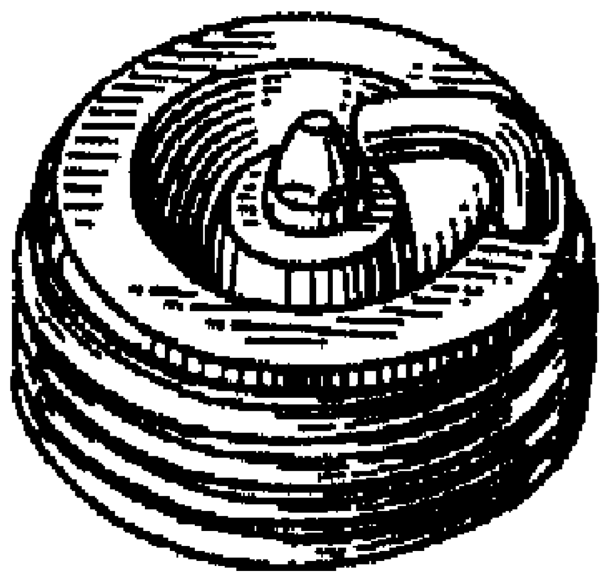
شكل (١٩٢) : شمعة الشرر .
١ – طرف توصيل الكبل
٢ – الإلكترود المتوسط (المركزى)
٣ – العـــازل
٤ – الإلكترود الأرضى

وشمعة الشرر المحددة تواءم سلوكها وفقاً لدرجة حرارة تشغيل معينة بصرف النظر عن الحمل المتغير الجرار. فإذا تعدت درجة الحرارة الفعلية عن تلك الدرجة المعينة يبدأ طرف عازل الشمعة فى التوهج متسبباً فى حدوث إشعال متقدم (يعرف أحياناً باسم الإشعال بفعل السطح المتوهج) . ومن ثم يشتعل خليط الوقود والهواء بفعل الجزء الزائد السخونة (الملتهب) من الشمعة قبل انبعاث الشرارة عبر الإلكترودين .

ومن ناحية أخرى ، يجب أن تكون الأجزاء المذكورة من شمعة الشرر ساخنة بالدرجة الكافية لحرق الزيت ومخلفات الإحتراق . فإذا لم يحدث ذلك تصبح شمعة الشرر مشبعة بالزيت أو متسخة ، ويفشل التيار العالى الجهد فى بعث الشرارة بانتظام عبر ثغرتهـا ، أو تصبح الشمعة غير فعالة . وبالتالى تنخفض قدرة خرج المحرك بشكل ملحوظ . وإذا تعطلت إحدى شمعات الشرر ، فإنه يمكن الاستدلال على ذلك بالانفجارات (الفرقعات) التى تحدث فى ماسورة العادم أو خافض الصوت (الشكمان) . ومن كل ما سبق ، يتضح أن الأداء الصحيح للمحرك يتوقف إلى حد كبير على الأداء الصحيح لشمعات الشرر .

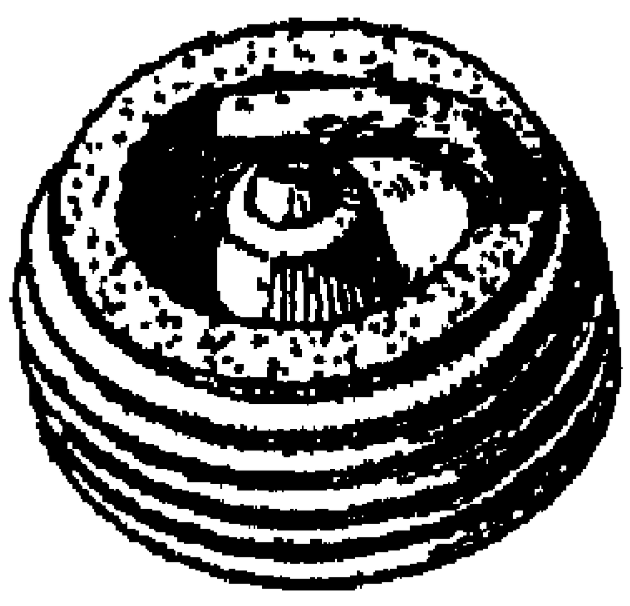
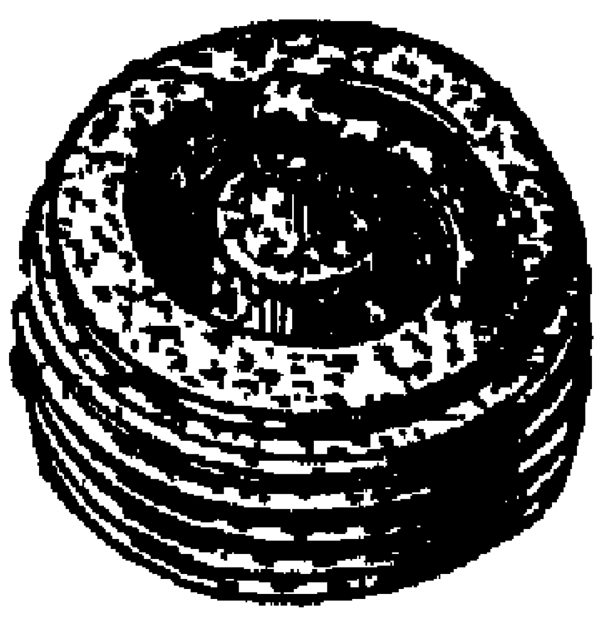
وينبغى دائماً فحص شمعة الشرر ، فمظهرها يستدل منه على بعض العيوب المحددة .

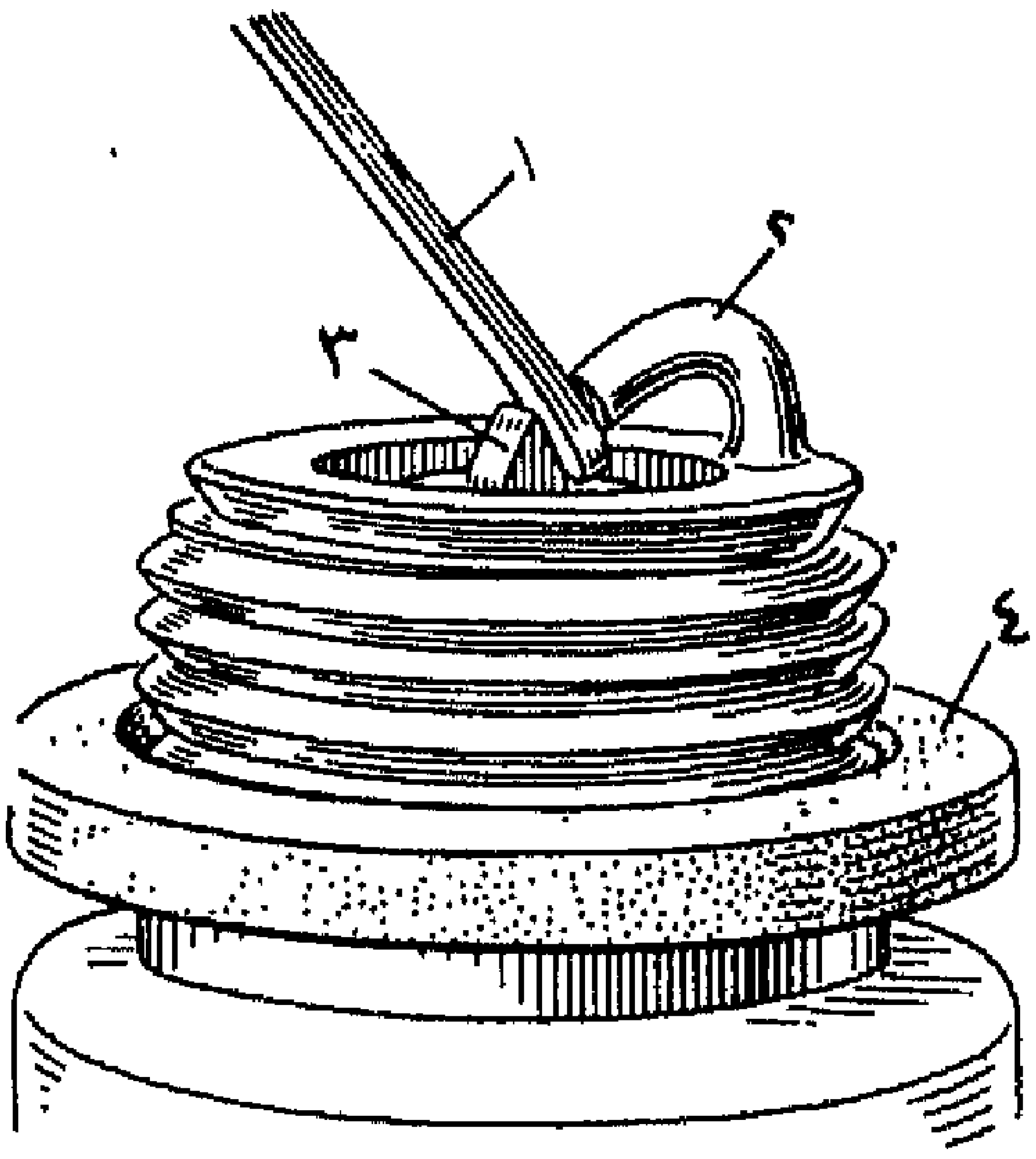
وإذا دار المحرك فى الظروف المعتادة وكانت شمعات الشرر تؤدى عملها على الوجه الصحيح ، فإن العوازل يجب حينئذ أن تبدو وقد اكتست بطبقة ملونة بلون الشيكولاتة المخلوطة باللبن ، كما يجب ألا تظهر عليهـا أية رواسب بعد فترة طويلة من التشغيل (الشكل ١٩٣) . وتتخلف على الإلكترودين طبقة من الرواسب الملونة باللون الرمادى المائل إلى السواد أو اللون الأبيض المتسخ .



شكل (١٩٣) : شمعة شرر تؤدى عملها على الوجه الصحيح .

ويوضح الجدول التالى عدة عيوب تحدث فى شمعات الشرر ، وأسبابها :

رسم توضيحى	مظهر شمعة الشرر	السبب	العيوب
 شمعة شرر ساخنة أكثر من اللازم	يحمل طرف العازل بالشمعة رواسب عجينية متلبدة لونها يتراوح بين أزرق مائل إلى لون الصلب وبين البنى المائل إلى الرمادى . ويبدو الإلكترودان محترقين بدرجة كبيرة. وتتكون خرزات (حبيبات) على الشمعة كما يظهر العازل محترقاً باللون الأبيض .	سخونة أكثر من اللازم	الشمعة غير محكمة التركيب فى مقعدها . خليط الهواء والوقود شديد الإفتقار . تقديم زائد لتوقيت الإشعال. القيمة الحرارية للشرارة شديدة الانخفاض .
 شمعة الشرر مشبعة بالزيت	تظهر على طرف العازل وفتحة الجسم والإلكترودين طبقة من رواسب الزيت ملونة بلون أسود قاتم .	تشبع شمعة الشرر بالزيت	القيمة الحرارية للشرارة أكبر من اللازم . عدم كفاية غرفة (حيز) الاحتراق نتيجة لتلف حلقات (شنابر) كسح الزيت . تآكل الكباسات والأسطوانات والصمامات .
شمعة الشرر منطاة بالسناج (الهباب)	تظهر على طرف العازل والإلكترودين طبقة جافة من السناج (الهباب) .	بقاء شمعة الشرر شديدة البرودة	القيمة الحرارية للشرارة أكبر من اللازم . خلوص الذراع الترجحية غير مضبوط . إشعال متقطع . فيضان المغذى.



شكل (١٩٤) : اختبار ثغرة شمعة الشرر بوساطة محدد قياس .
١ – محدد قياس
٢ – الإلكترود الأرضى
٣ – الإلكترود المتوسط (المركزى)
٤ – حلقة إحكام (منع تسرب)

وعمر استخدام شمعة الشرر محدود ، وقد يتراوح بين ٣٠٠ و ٧٠٠ ساعة تشغيل . وبمرور الوقت تنفصل عن إلكترودى شمعة الشرر جسيمات معدنية صغيرة ، بحيث تأخذ الثغرة بينهما فى الاتساع . وفى حالة الإشعال ببطارية وملف إشعال ينبغى أن تكون هذه الثغرة من ٠,٦ م إلى ٠,٧ م عموماً . ويجب اختبار الثغرة فى فترات منتظمة بوساطة محدد قياس (الشكل ١٩٤) .

(ز) ملاحظات تتعلق بالصيانة والاصلاح :

١ – يتطلب إصلاح دورة الإشعال الجسيمة الأعطال توافر مهارة وخبرة . لذلك ينبغى أن يقوم بهذا الإصلاح عامل متخصص فى ورشة مجهزة . وأية صيانة غير جيدة لهذه الدورة قد تؤدى إلى حدوث تلفيات جسيمة بها .

٢ – يختبر الأداء الصحيح لموزع الإشعال (الأسبراتير) على النحو التالى : يدار المحرك يدوياً أولا حتى يتلامس طرفا قاطع التلامس . ثم ينزع طرف كبل التغذية الرئيسى من غطاء الموزع . ويجب مسك هذا الطرف بحيث يبعد عن الإطار المعدنى (كتلة الأسطوانات على وجه التحديد) بمسافة حوالى ٨ م . وفى اللحظة التى يتباعد طرفا قاطع التلامس عن بعضهما البعض يجب أن تقفز شرارة قوية عبر الثغرة المتروكة بين طرف الكبل وبين الإطار المعدنى . فإذا لم تنبعث هذه الشرارة دل ذلك على وجود عطل بملف الإشعال أو المكثف (الكوندنسر) . أما إذا انبعثت الشرارة من كبل التغذية الرئيسى ، وفشلت فى الانبعاث عبر الثغرة بين الإلكترودين ، فحينئذ ينحصر العطل فى كبل الإشعال أو شمعة الشرر نفسها . وقد تحدث الأعطال كذلك فى ذراع عضو التوزيع الدوار أو غطاء الموزع .

٣ – إذا كان عمود الموزع مزوداً بكأس تشحيم فيجب ملؤه بشحم ذى نقطة انصهار عالية . وينبغى إجراء ذلك بعد كل ٥٠ ساعة من ساعات التشغيل .

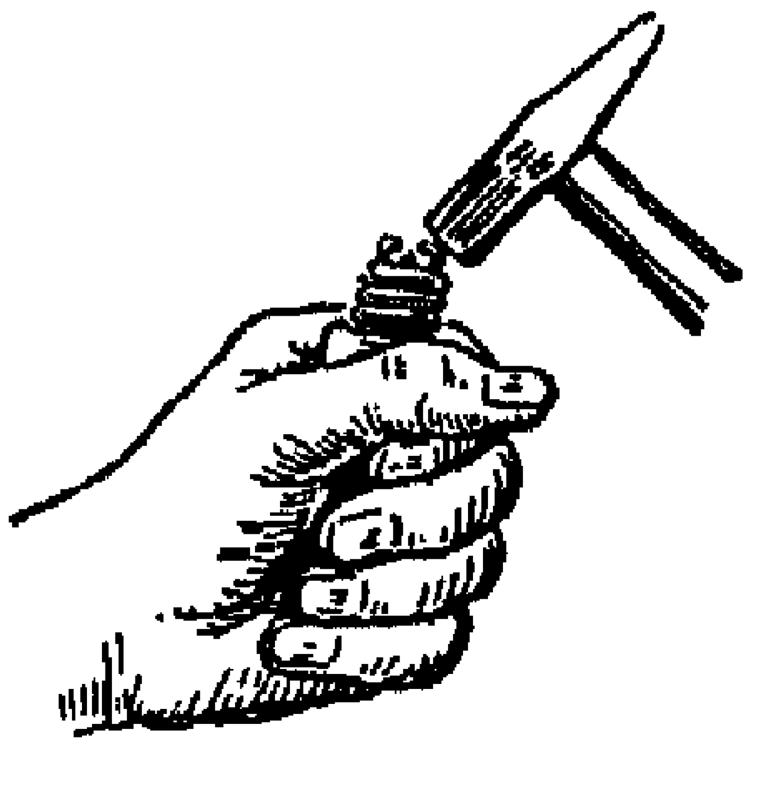
٤ — توضع عند كامة قاطع التلامس حشية تزييت مصنوعة من اللباد . ويجب تشريب هذه الحشية بالزيت فى كل مرة يغير فيها الزيت .

٥ — الثغرة بين طرفى قاطع التلامس هى ٤,٠ مم إلى ٥,٠ مم عادة ، ويجب مراجعتها فى فترات منتظمة ، وإعادة ضبطها إذا تطلب الأمر ذلك . وينبغى تسوية (تنعيم) طرفى قاطع التلامس من حين لآخر بوساطة مبرد دقيق خاص . ويجب أن يظل هذان الطرفان ناصعين (نظيفين) وخاليين من الزيت أو الشحم .

٦ — يجب الاحتفاظ بغطاء الموزع نظيفاً من الداخل والخارج ، والتخلص من الأتربة أو الزيت أو الرواسب الكربونية بوساطة خرقة مناسبة من القماش . وينبغى وقاية الغطاء من الصدمات ، وإلا حدثت به شدوخ — لا ترى بالعين المجردة — تتراكم فيها الأتربة أو مساحيق الكربون الناتجة من أطراف التلامس ، وتتسبب فى تسريب الشرارة . وفى هذه الحالة يصبح الغطاء عديم النفع .

٧ — يجب ألا تكون كبلات الإشعال مقطعة ، أو يكون عزلها تالفاً . كما يجب أن يهيأ لوصلات الكبلات أو أطرافها تلامس معدنى نظيف .

٨ — عند استبدال شمعات شرر جديدة بأخرى قديمة ينبغى العناية بوقاية الأسطوانات من سقوط المواد الغريبة فيها . ويجب عدم إهمال وضع حلقة الإحكام (الوردة) التى تركب بين جسم الشمعة وبين الأسطوانة . وبعد ساعتين من التشغيل يجب إحكام رباط الشمعات الجديدة لكفالة التركيب الجيد لها .



شكل (١٩٥) : حنى الإلكترود بوساطة مطرقة خفيفة (شاكوش)

ويجب عدم تزييت الأسنان المقلوظة بجسم الشمعة ، لأن الزيت يحترق عليها فى أثناء التشغيل فيصعب بعد ذلك فكها . كما يجب عدم تبديل أوضاع الكبلات الموصلة بشمعات الشرر . وتتراوح ثغرة الشرر بين ٤,٠ مم ، و٧,٠ مم ، وينبغى اختبارها من وقت لآخر .

ويمكن ضبط ثغرة الشرر (الشكل ١٩٥) بوساطة زردية مناسبة أو مطرقة خفيفة (شاكوش).

ولاختبار الأداء الصحيح لشمعة الشرر يجب فكها ووضعها فوق رأس الأسطوانات (وش السلندر) مع إعادة توصيل كبلها . وبعد ذلك توصل دورة الإشعال ، ويتم تشغيلها مع تدوير المحرك يدوياً أو بموتور بدء الحركة . فإذا انبعثت شرارة قوية عبر إلكترودى شمعة الشرر دل ذلك على جودة أدائها لوظيفتها . وينبغى أن تظهر الشرارة فى هذه الحالة بلون مائل إلى الزرقة . ومع ذلك فإن هذا الإجراء لا يدل دائماً على تأدية شمعة الشرر لعملها الصحيح فى ظروف الانضغاط المتوافرة داخل حيز (غرفة) الاحتراق . ولا يمكن إجراء اختبار فى ظل الظروف المماثلة لما يحدث داخل الأسطوانة ، فى أثناء التشغيل ، إلا بوساطة جهاز اختبار خاص .

الفصل الخامس
مجموعات نقل الحركة

١ – عـــام :

تعمل محركات الاحتراق الداخلى فى نطاقات محددة من السرعة ، ولا يمكن تشغيلها إلا فى هذه النطاقات . ويتطلب بدء حركة أى من هذه المحركات وجود موتور بدء حركة (مارش) يمد العمود المرفقى للمحرك بحركة الدوران اللازمة له .

ويمكن ضبط سرعة المحرك وتنظيمها ، أى خفضها أو زيادتها فى حدود معينة ، عن طريق دواسة المعجل . ولتسيير الجرارات يجب نقل عزوم الدوران المتولدة فى محركاتها الدائرة إلى عجلات الطرق أو الجنازير .

وينبغى نقل الحركة من المحركات الدائرة إلى عجلات الطريق أو الجنازير تدريجيا وبسلاسة حتى تكتسب سرعتها بشكل منتظم . أما إذا نقلت الحركة إليها بشكل فجائى ، فإن الحمل يصبح شديدا على المحرك ، مما قد يؤدى إلى توقفه . ويعرف التوقف فى هذه الحالة باسم التوقف اللاإرادى .

والوحدات والمجموعات اللازمة لنقل الحركة من المحركات إلى عجلات الطريق أو الجنازير تعرف باسم مجموعات نقل الحركة . وهى تشمل – كمجموعات رئيسية – القابض (الدبرياج) ، وصندوق تروس تغيير السرعات (الجيروبوكس) ، والتروس الفرقية .

وتزود الجرارات الحديثة ، علاوة على ذلك ، بعدة أعمدة تستمد حركتها من المحرك ، وتستخدم لتشغيل المعدات الزراعية . وتعرف هذه الأعمدة باسم أعمدة التشغيل الخارجى ، وقد توجد فى مقدمة الجرار أو فى مؤخرته ، أو فى أحد جنبيه .

٢ – القابض (الدبرياج) :

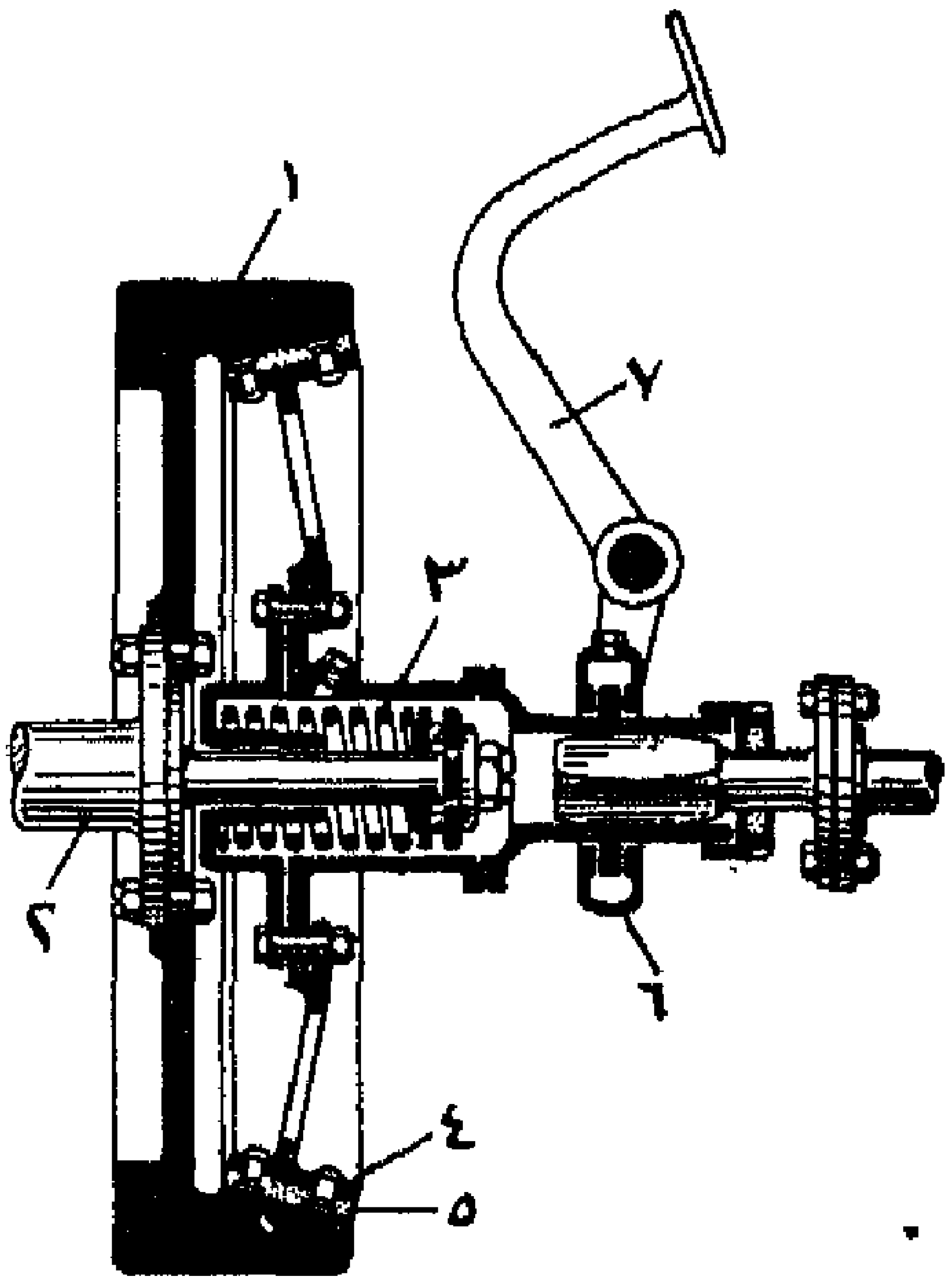
(أ) عـــام :

يستخدم القابض (الدبرياج) لوصل الحركة من المحرك إلى بقية مجموعات نقل الحركة ، أو فصل الحركة عنها . لذلك يجب تصميم القابض بحيث يمكن تعشيقه أو فصل تعشيقه دون أن يحدث أى نخع فى الحركة .

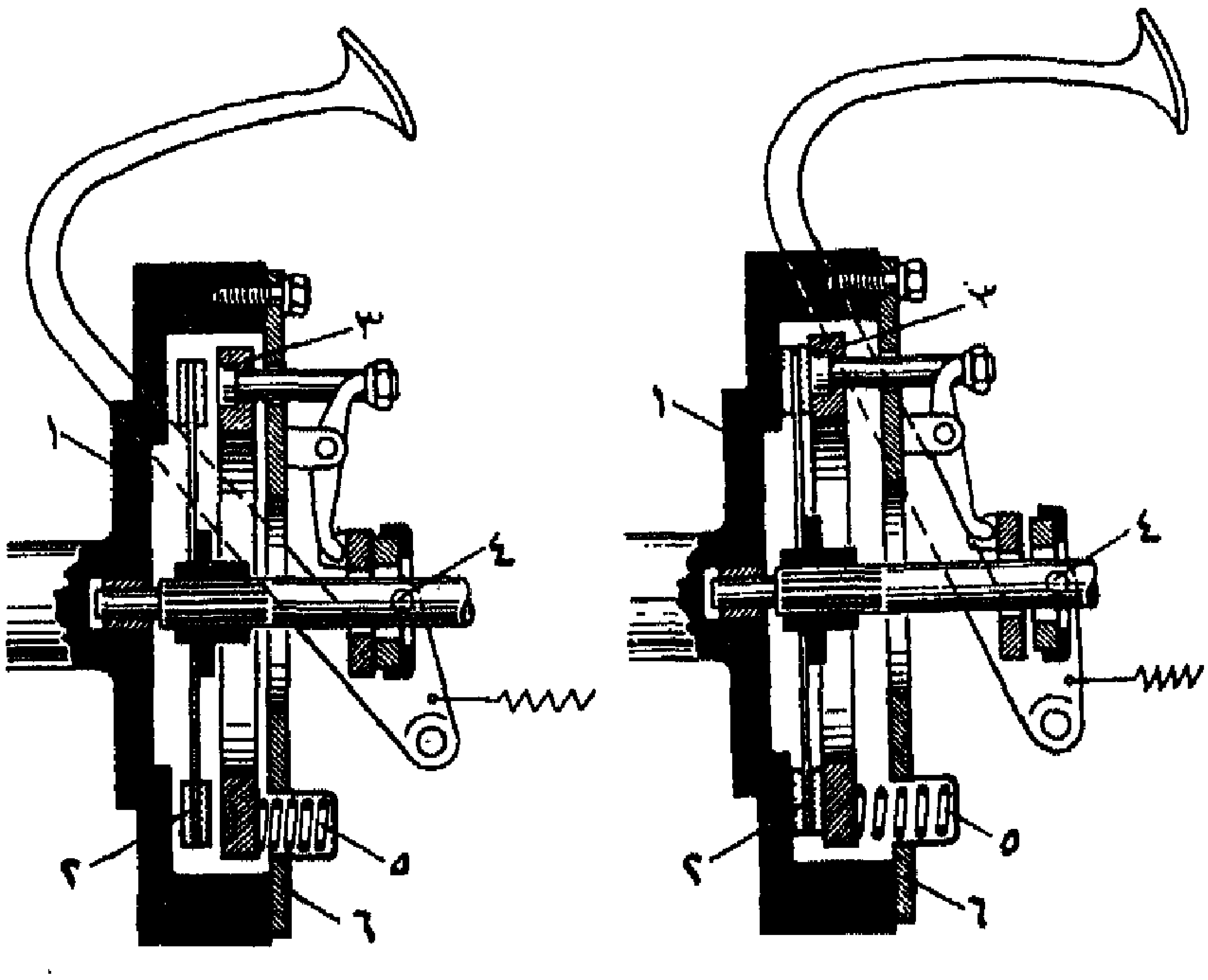
وعند تشغيل القابض يجب ألا ينزلق قليلا فى بدء حركته لينقل حركة الدوران تدريجيا من العمود المرفقى إلى صندوق تروس تغيير السرعات (الجيروبوكس) الذى يكون وقتئذ فى حالة سكون .

ويجب فصل المحرك عن صندوق تروس تغيير السرعات عند نقل (تغيير) التروس . ولفصله يضغط السائق بقدمه على دواسة القابض . وتعرف هذه العملية باسم فصل تعشيق القابض .

وتستخدم فى الجرارات القوابض المخروطية ، والقوابض المفردة القرص ، والقوابض المتعددة الأقراص ، والقوابض (القارنات) الهيدروليكية .



شكل (١٩٦) : القابض المخروطى .
١ — الحدافة
٢ — العمود المرفقى
٣ — ياى القابض
٤ — مخروط القابض
٥ — بطانة القابض (تيل الدبرياج)
٦ — وسيلة إعتاق القابض
٧ — دواسة القابض



(ب) (أ)

شكل (١٩٧) : القابض المفرد القرص .
(أ) وهو فى حالة تعشيق
(ب) وهو فى حالة فصل
١ — الحدافة
٢ — قرص القابض ، وهو مبطن بالمادة الاحتكاكية (تيل الدبرياج)
٣ — القرص الضاغط
٤ — آلية الإعتاق
٥ — ياى القابض
٦ — الغطاء

(ب) أنواع القوابض :

القابض المخروطي :

قد تكون الجرارات ذوات التصميمات القديمة ما زالت مزودة بالقوابض المخروطية . ومن الشكل ١٩٦ يتضح أن القابض من هذا النوع ينضغط فى مقابلة تجويف الحدافة المستدق (المائل) بفعل الياى . ويزود مخروط القابض بمادة احتكاكية – تعرف باسم بطانة القابض (تيل الدبرياج) – لتوليد الاحتكاك اللازم للقابض ليؤدى وظيفته .

القابض المفرد القرص :

فى مجال السيارات تستخدم القوابض المفردة القرص بصفة أساسية . والقوابض مفردة القرص قد يكون قرصها جافا أو مغمورا فى حمام زيتى . وفى صناعة الجرارات يفضل استخدام القابض ذى القرص الجاف .

وفى هذا المجال أثبت القابض المفرد القرص صلاحيته وكفاءته نظرا لبساطة تصميمه والتعويل على أدائه ، وتحقيقه للاشتراطات المحددة التى يتطلبها تشغيل الجرار .

والمكونات الرئيسية للقابض المفرد القرص هى : قرص القابض ، والقرص الضاغط والغطاء ، وآلية الإعتاق . ويوضح الشكل ١٩٧ رسما تخطيطيا لتصميم القابض المفرد القرص . ويستخدم قطر الحدافة كلها تقريبا كقطر تشغيل فعلى لتهيئة أكبر مساحة احتكاك ممكنة .

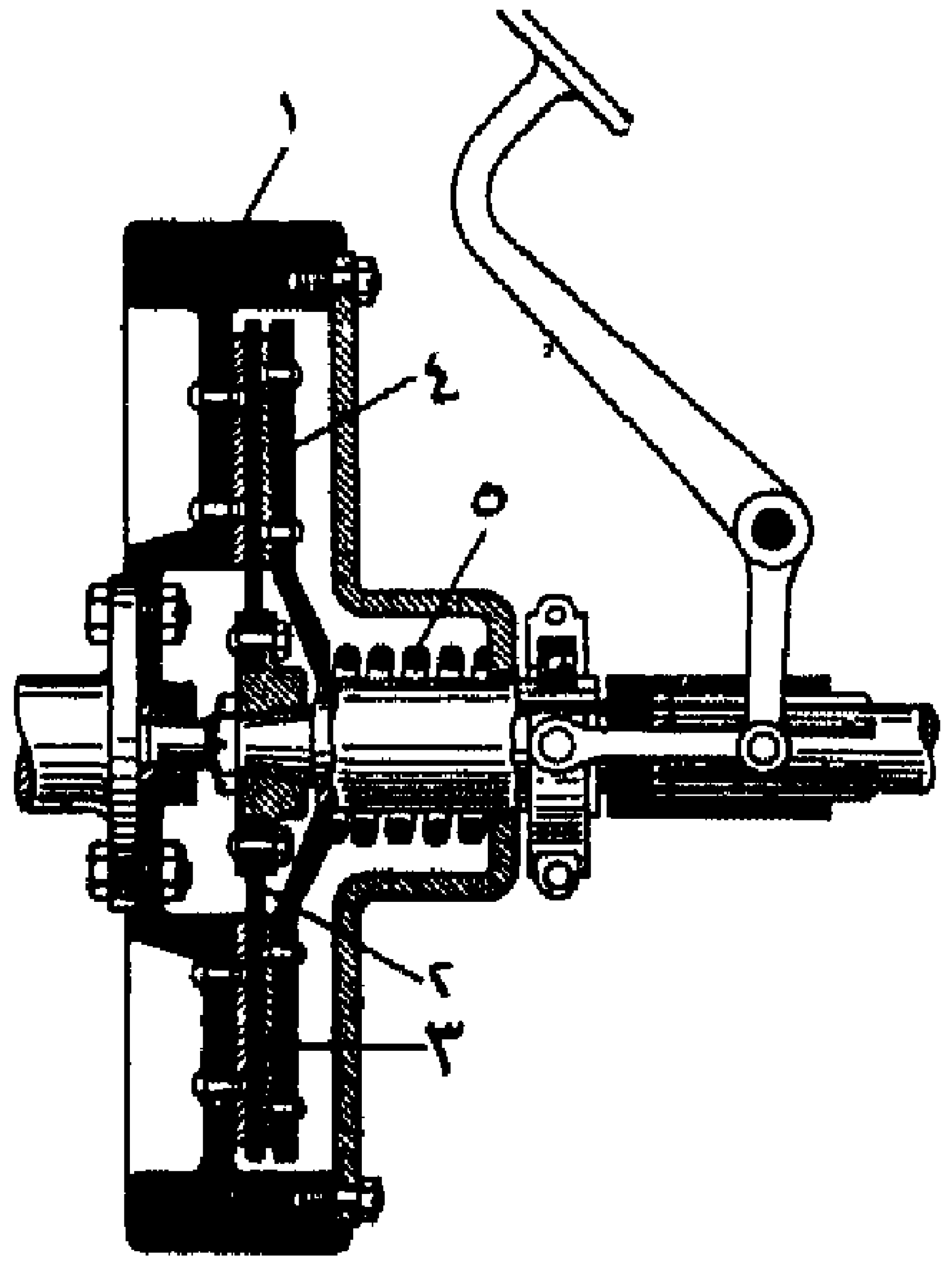
ويزود قرص القابض من جهتيه بالمادة الاحتكاكية (تيل الدبرياج) . ويضغط هذا القرص فى مقابلة الحدافة بوساطة القرص الضاغط الذى يعمل بفعل يايات القابض . وبهذه الكيفية يمكن وصل المحرك بصندوق تروس تغيير السرعات (الجيربوكس) .

وإذا تطلب الأمر فصل تعشيق القابض يلزم الضغط بالقدم على دواسة القابض . وحينئذ يرتد القرص الضاغط إلى الخلف بوساطة آلية الإعتاق فيتحرر قرص القابض . وبالتالى ينفصل القابض عن الحدافة (انظر الشكل ١٩٧) .

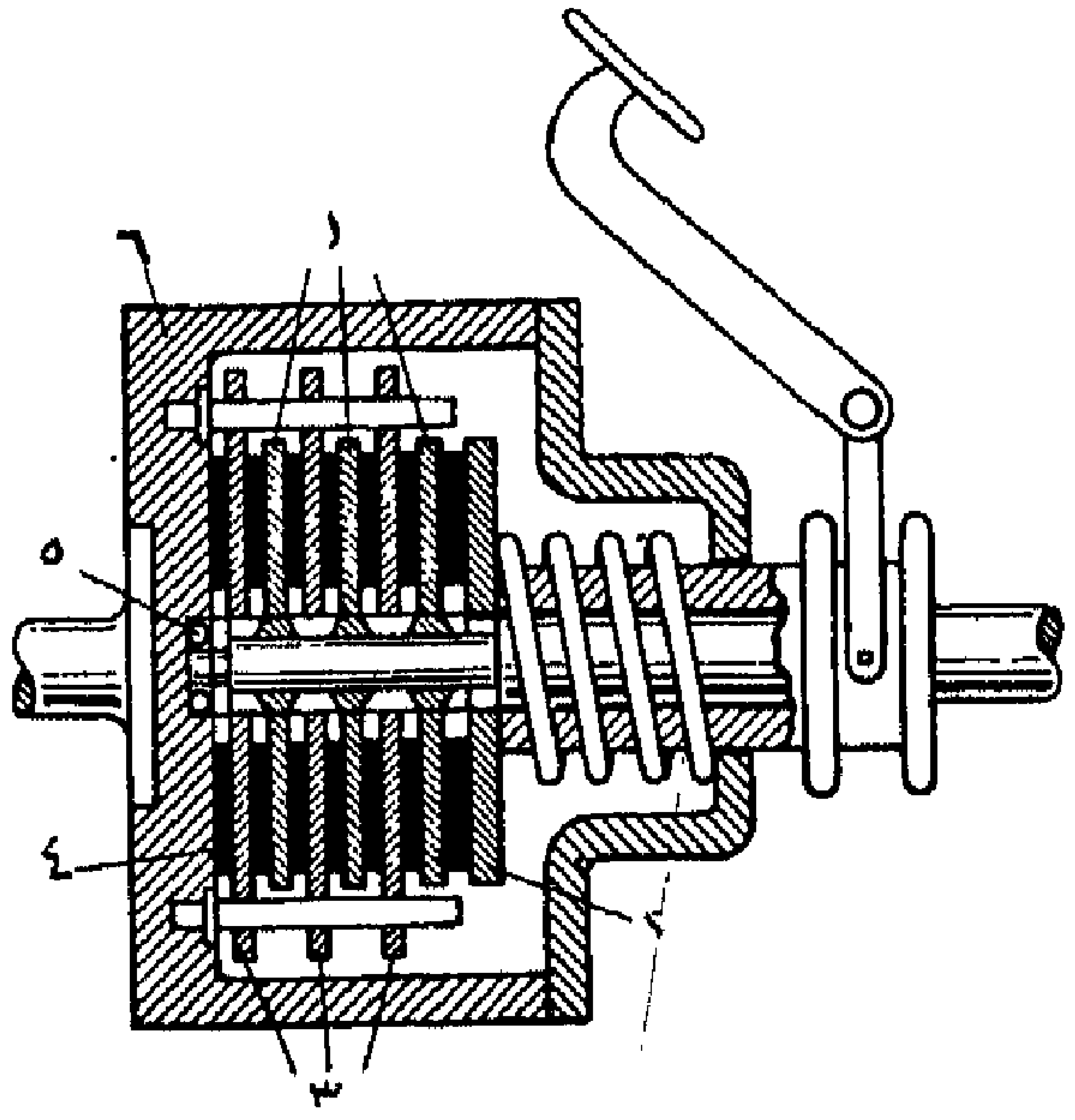
والقوابض المفردة القرص العالية الكفاءة – كالمستخدمة فى الجرارات مثلا – تصميماتها أكثر تعقيدا بالطبع؛ فهى تتطلب مثلا تركيب عدة يايات على القرص الضاغط أو ياى واحد مركزى عليه كالمبين فى الشكل ١٩٨ .

القابض المزدوج الأقراص :

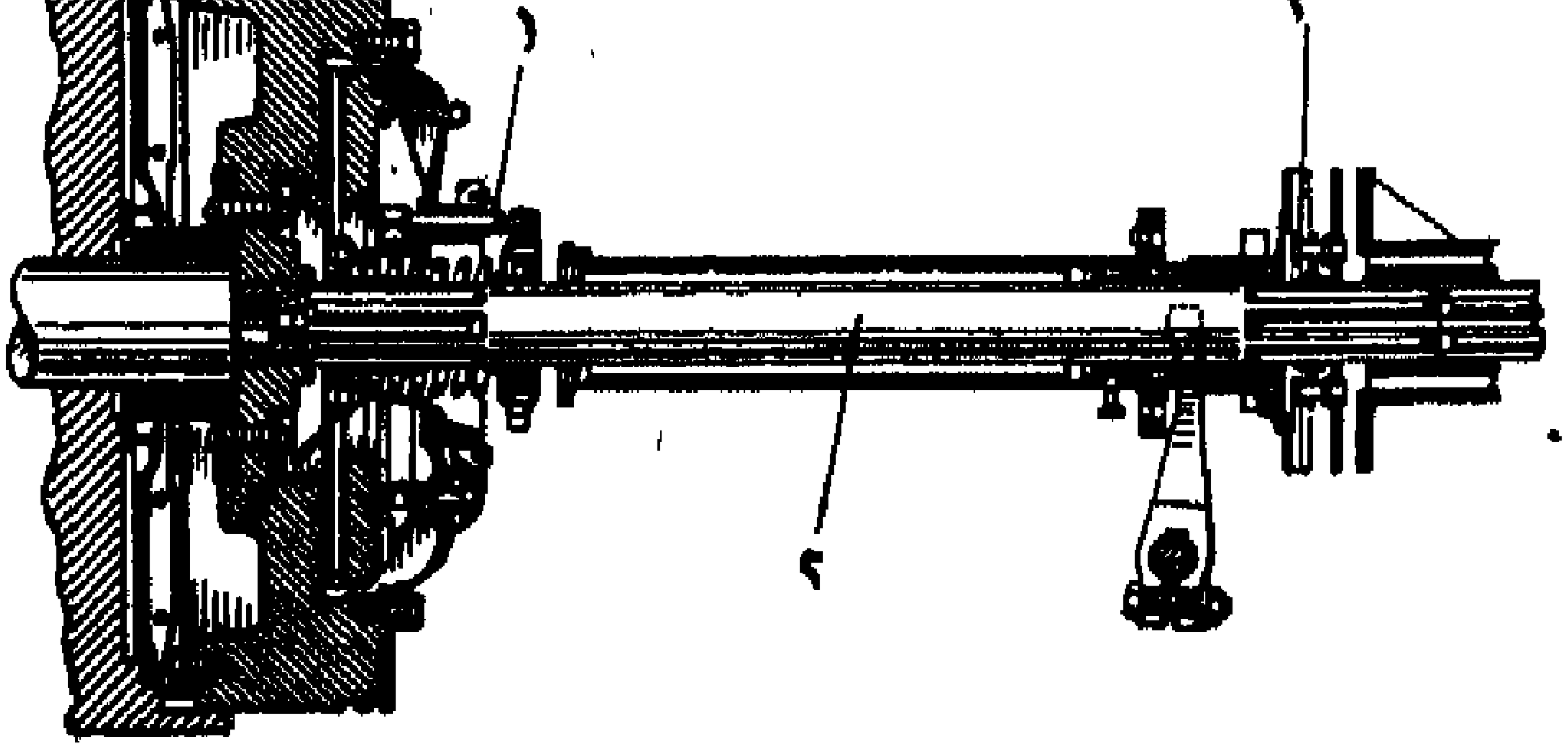
يصمم القابض المزدوج الأقراص خصيصا لاستخدامه فى الجرارات . ويزود هذا النوع من القوابض بقرص كبير وآخر صغير يشغلان بوساطة يايات مشتركة . ويركب القرص الكبير على عمود القابض المصمت ، ويستخدم لنقل القدرة إلى عجلات الطريق أو الجنازير . أما



شكل (١٩٨) : القابض المفرد القرص وبه ياى واحد مركزى .
١ – الحدافة
٢ – قرص القابض
٣ – بطانة القابض (تيل الدبرياج)
٤ – القرص الضاغط
٥ – ياى مركزى



شكل (١٩٩) : القابض المتعدد الأقراص .
١ – أقراص القابض
٢ – القرص الضاغط
٣ – أقراص الدفع
٤ – بطانة القابض (تيل الدبرياج)
٥ – المحمل ذو الكريات (رولمان البلى)
٦ – الحدافة



شكل (٢٠٠) : فرملة القابض .
١ – القابض
٢ – عمود القابض
٣ – فرملة القابض

القرص الصغير فيركب على عمود مجوف ، ويعمل على وصل أو فصل عمود التشغيل الخارجى (انظر الشكل ١٥٧) .

وعند الضغط على دواسة القابض يفصل المحرك عن صندوق تروس تغيير السرعات (الجيربوكس) . ولا ينفصل تعشيق عمود التشغيل الخارجى إلا بمواصلة الضغط على الدواسة . وقد أثبت القابض المزدوج الأقراص صلاحيته وكفاءته لتشغيل المعدات الزراعية الثقيلة مثل معدات الحصاد والدرس .

القابض المتعدد الأقراص :

فى هذا التصميم تستخدم فى القابض عدة أقراص . ومبيت (جسم) القابض هنا أكبر منه فى النوعين السابقين ، ويحتوى على أقراص دفع بها دلائل على هيئة عروات أو أسنان من تروس ، كما هو موضح فى الشكل ١٩٩ . وتتعشق أقراص القابض بالتناوب بأقراص الدفع فى مبيت القابض والمثقبيات (المشقبيات) الموجودة فى عمود القابض الداخلى المخدد . ويسلط الضغط على أقراص القابض من الياى المركزى .

فرملة القابض :

تزود الجرارات الثقيلة ذوات العجلات أو الجنزرة بقوابض كبيرة الحجم والوزن . ولإنقاص سرعات دوران هذه الكتل الدوارة بسرعة ، ومن ثم تعجيل عملية نقل التروس ، تزود هذه القوابض بوسائل إيقاف (فرامل) (الشكل ٢٠٠) .

القارنة الهيدروليكية :

الجرارات المعرضة للخدمة الشاقة تزود حديثا بقارنات (كوبلنج) هيدروليكية ، وخاصة فى الولايات المتحدة الأمريكية . ومن مزايا هذه القارنات ما يلى :

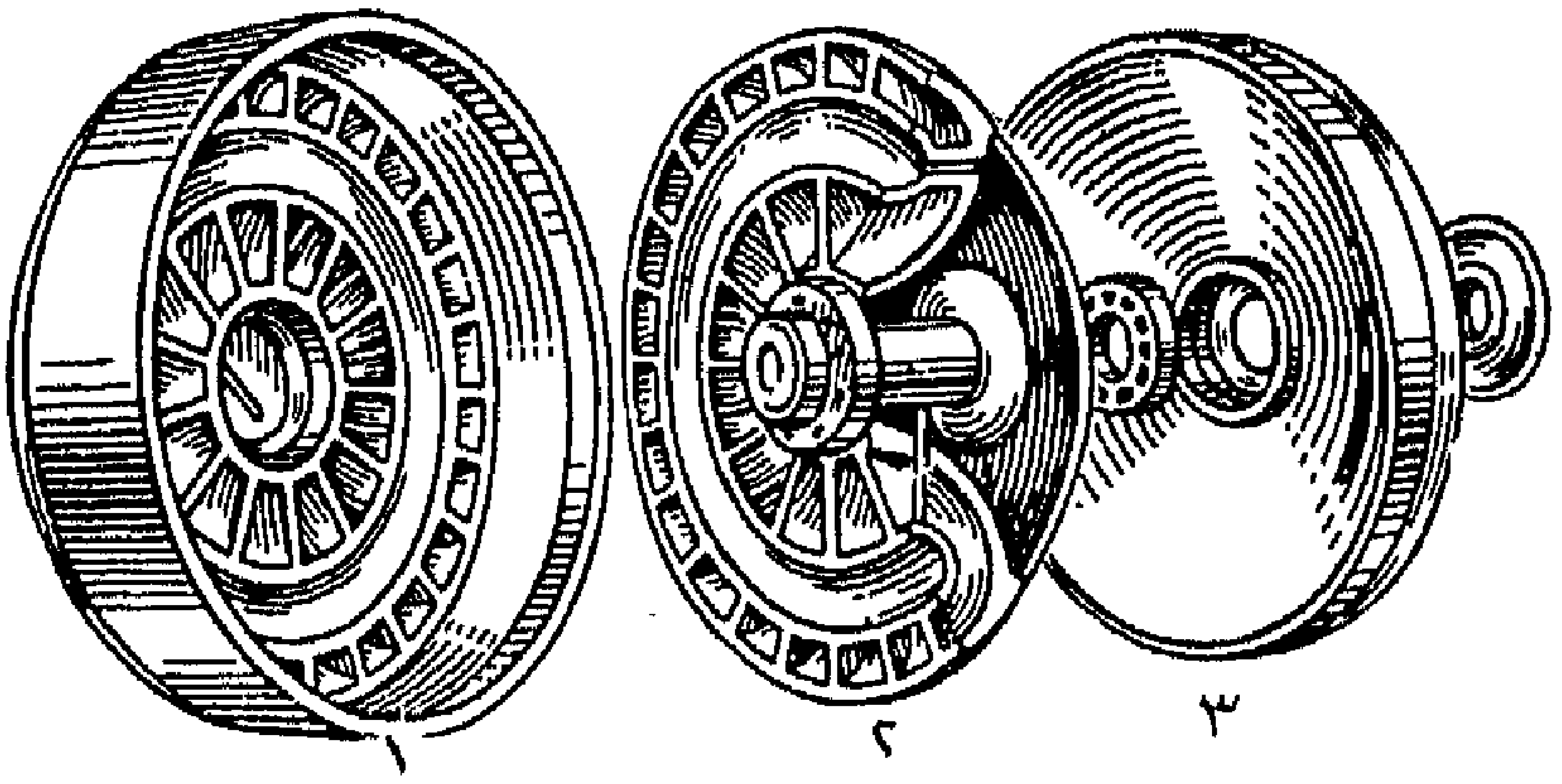
١ – التقليل بشكل ملحوظ من عمليات نقل التروس وتشغيل القابض ، وبذلك يسهل تشغيل الجرار .

٢ – يمكن استخدام عزوم الدوران الكبيرة غير العادية عند بدء الحركة .

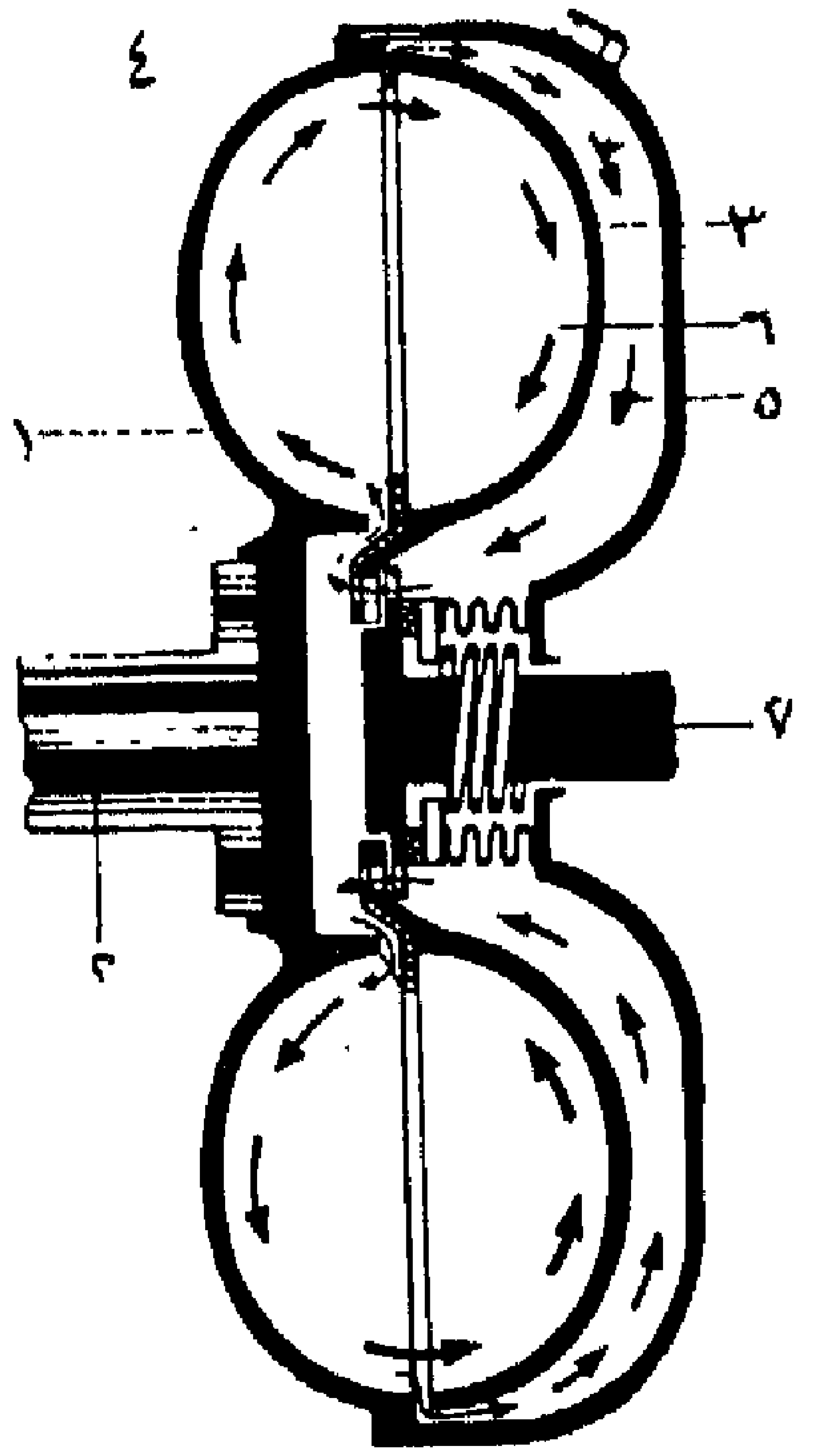
٣ – تسهيل حركة الجرار فى الميول (المرتفعات والمنخفضات) ، إذ يمكن بدء حركته من السكون وهو محمل تحميلا كاملا .

٤ – لا يتوقف المحرك عندما يزيد حمله على الحمل المقرر ، حتى ولو كان سائق الجرار ضعيفا فى القيادة .

٥ – التقليل من الانفعالات التى تحدث فى أجزاء مجموعات توليد القدرة ونقلها ، لأن الانزلاق فى هذه الحالة تلافيه القارنة الهيدروليكية .



شكل (٢٠١) : قارنة هيدروليكية وهي مفتوحة .
١ — دافعة (العضو المدير)
٢ — توربينة (العضو المدار) .
٣ — غطـاء



شكل (٢٠٢) : طريقة عمل القارنة الهيدروليكية
١ — الدافعة
٢ — العمود المرفقى
٣ — التوربينة
٤ — الغطـاء
٥ — اتجاه التدفق الجانبي للسائل
٦ — اتجاه التدفق الرئيسي للسائل
٧ — عمود القارنة

والمكونات الرئيسية للقارنة الهيدروليكية هى : الدافعة — أو العضو المدير — وتوصل بالعمود المرفقى ، والتوربينة — أو العضو المدار — وتوصل بعمود القابض (الشكل ٢٠١) . وتشكل الدافعة والتوربينة مجموعة مغلقة تنقسم من داخلها إلى عدة خلايا بفعل الرياش العديدة (الشكل ٢٠٢) .

والغطاء — الموصل بالدافعة — يغلق التوربينة ، فيتكون بذلك مبيت يتدفق فيه السائل الفائض . وتزود القارنة بمانع تسرب زيت جيد يركب على عمودها ، وهو عبارة عن حلقة من الجرافيت ومنفاخ متمدد . وعند بدء دوران المحرك يتسبب دوران الدافعة فى دوران السائل الموجود فى خلاياها معها . وبالتالى يتعرض السائل لقوة الطرد المركزى ، فيتدفق إلى الخارج فى الاتجاه القطرى . وبذلك يدخل السائل — الموجود فى خلايا الدافعة — فى العضو المدار الذى

لا يزال وقتئذ فى حالة سكون ، فيتسبب فى إزاحة السائل من هذا العضو إلى الدافعة الدائرة . وهكذا تنشأ فى الخلايا حركة دورانية للسائل . ويتدفق السائل (الزيت) المتحرك بفعل الدافعة فى مقابلة رياش التوربينة ، فتدور التوربينة تبعا لذلك .

وفى البداية يكون هناك فرق ملحوظ بين سرعة الدافعة وسرعة التوربينة (ويعرف هذا الفرق باسم الانزلاق) ، فيتحول جزء من الطاقة المتولدة من الحركة – مناظر لهذا الفرق – إلى حرارة تنتقل إلى السائل .

وبالتالى فإنه يتحتم تبريد السائل . ولهذا الغرض يحول جزء منه ليتدفق جانبيا فى المبيت ، حيث ينقل الحرارة إلى الجدران .

ونظرا لوجود حمل متسبب من مقارنة الدوران المستمرة ، فإنه يستحيل دوران العضو المدار بالسرعة التى يدور بها العضو المدير . ومن ثم فإن الانزلاق يظهر بصفة دائمة . وكلما زادت سرعة الدوران زاد الانزلاق .

(ج) ملاحظات تتعلق بالصيانة والإصلاح :

١ – لكفالة الأداء السليم للقابض (الدبرياج) يجب ترك خلوص (٢ – ٣ مم) بين حلقة الضغط (زهرة الدبرياج) وبين آلية الإعتاق . وبذلك يصبح المشوار الحر لدواسة القابض من ٢٠ مم إلى ٣٠ مم تقريبا .

٢ – عند تفكيك القابض ينبغى تعليم جميع أجزائه حتى يمكن تجميعها بعد ذلك فى مواضعها الأصلية . ويعتبر هذا الإجراء ضروريا لأن القوابض يتم موازنتها أصلا فى الجهات المنتجة لها .

٣ – يجب استبدال بطائن قابض (تيل دبرياج) جديدة بالبطائن المتآكلة أو المحترقة . وعندئذ يفحص قرص القابض أولا لمعرفة ما إذا كان فى حالة تشغيل مرضية من عدمه ، لأنه نتيجة لاحتراق بطائن القابض تقل صلادة أقراص القوابض بفعل الحرارة الزائدة ، وفى هذه الحالة يجب استبدالها . وتركب بطائن القابض إما باللصق أو بالبرشمة بوساطة مسامير برشام غاطسة مصنوعة من النحاس أو الألومنيوم . وينبغى التأكد من أن رؤوس مسامير البرشام غاطسة فى البطائن إلى أكبر عمق ممكن . ويجب اختبار أقراص القوابض ذوات البطائن الجديدة من حيث اتزانها . ولهذا الغرض يمسك قرص القابض بين ذنبتى مخرطة ساكنة . ثم يحرك القرص ليدور ببطء . فإذا توقف القرص دائما فى موضع واحد يستدل من ذلك على عدم إتزانه ، ومن ثم يجب تصحيح الاتزان ببرادة الحافة المعدنية أعلى بطانة القابض بعناية . وعندما تشغل أقراص القوابض غير المتزنة فإنها تنخع ، متسببة فى حدوث ظاهرة متلفة تعرف أحيانا باسم النقر .

٤ - عندما تتلف يايات القابض ينبغى مراعاة عدم تغييرها واحدا بواحد ، وإنما تستبدل مجموعة اليايات كلها معا .

٥ - يجب تزييت مواضع التحميل بآلية الإعتاق يوميا .

٣ - تروس تغيير السرعات :

(أ) عـــام

لا تعطى محركات الاحتراق الداخلى قدرتها القصوى إلا فى نطاق محدود من السرعات . ولهذه الحقيقة أهمية بالغة عند استخدام الجرارات ، لأن الأداء (أداء الشغل) ، وظروف التربة ، والسرعة اللازمة ، تلعب دورا حاكما وخاصة فى الزراعة .

ويجب نقل القدرة المولدة فى محرك الجرار إلى عجلتى الطريق أو الجنزيرين به فى حدود أفضل نطاق من السرعات ، وبحيث تتوافق قدرة الجر وسرعته مع العمل الذى يؤديه الجرار . ويبين الجدول التالى أن الأعمال الزراعية المختلفة تتطلب قدرات جر مختلفة ينبغى أن تتوافق معها سرعة المحرك وقدرته حسب نوع التربة . والمقصود بقدرة الجر هو القدرة المتاحة فى خطاف الجر أو عمود الجر بالجرار (ق . ح اختصار قدرة حصانية) وهى دائما أقل من قدرة المحرك . والفرق بينهما يفقد جزء منه فى تحريك الوزن الميت للجرار ، بينما يفقد الجزء الآخر نتيجة للإحتكاك فى صندوق تروس تغيير السرعات (الجيربوكس) وخلافه .

العمل	نوع التربة	قدرة الجر (ق.ح)	قدرة المحرك (ق.ح)	السرعة (كم / ساعة)
حرث خفيف (سطحى)	خفيفة	١,٦	٣,٤	
	متوسطة	٢,٨	٦,٠	٦,٠ — ٨,٠
	ثقيلة	٣,٤	٧,٥	
حرث حقل لزراعة الحبوب	خفيفة	٣,٥	٨,٠	
	متوسطة	٥,٥	١٢,٠	٤,٠ — ٧,٠
	ثقيلة	٧,٥	١٦,٥	
حرث ثقيل (عميق)	خفيفة	٥,٥	١٢,٥	
	متوسطة	٨,٠	١٧,٥	٣,٠ — ٦,٠
	ثقيلة	١١,٠	٢٤,٥	
تشغيل مسويات التربة القرصية	متوسطة	٣,٥	٨,٠	٥,٠ — ٨,٠
تشغيل معدات الزراعة والحصاد الكندية	متوسطة	٤,٥	١٠,٠	٣,٥ — ٧,٠
تشغيل المسويات الدحروجية	متوسطة	١,١	٢,٥	٤,٠ — ٦,٥
تشغيل معدات توزيع المخصبات (الأسمدة)	متوسطة	١,٧	٣,٨	٣,٠ — ١٠,٠
تشغيل معدات بذر الحبوب	متوسطة	١,٥	٣,٥	٣,٥ — ١٠,٠

(القيم المدونة فى الجدول قيم متوسطة . وتتوقف السرعات المبينة لمعدات توزيع المخصبات ومعدات بذر الحبوب على أنواع هذه المعدات المستخدمة) .

ولتدبير هذه القدرات المختلفة للمحرك عند السرعات المطلوبة تزود مجموعة نقل الحركة بتروس لتغيير السرعات تمكن من اختيار قدرة الجر وسرعته اللازمتين للجرار وفقا لأنسب سرعة للمحرك .

وفى هذا المجال ينبغى أن يؤخذ فى الاعتبار أن قدرة الجر العالية لا تتهيأ إلا فى نطاق السرعة المنخفضة . ومن ثم فإنه بزيادة سرعة الجرار تتناقص قدرة الجر .

(ب) تصميمها ووظيفتها :

تستخدم فى الجرارات عادة تروس تغيير سرعات تمكن من تغيير عزم دوران المحرك تدريجا (على مراحل) عن طريق نقل (تغيير) التروس . ويضم هذه التروس جميعها صندوق يعرف باسم صندوق تروس تغيير السرعات أو ، باختصار ، صندوق التروس (الجيروبوكس).

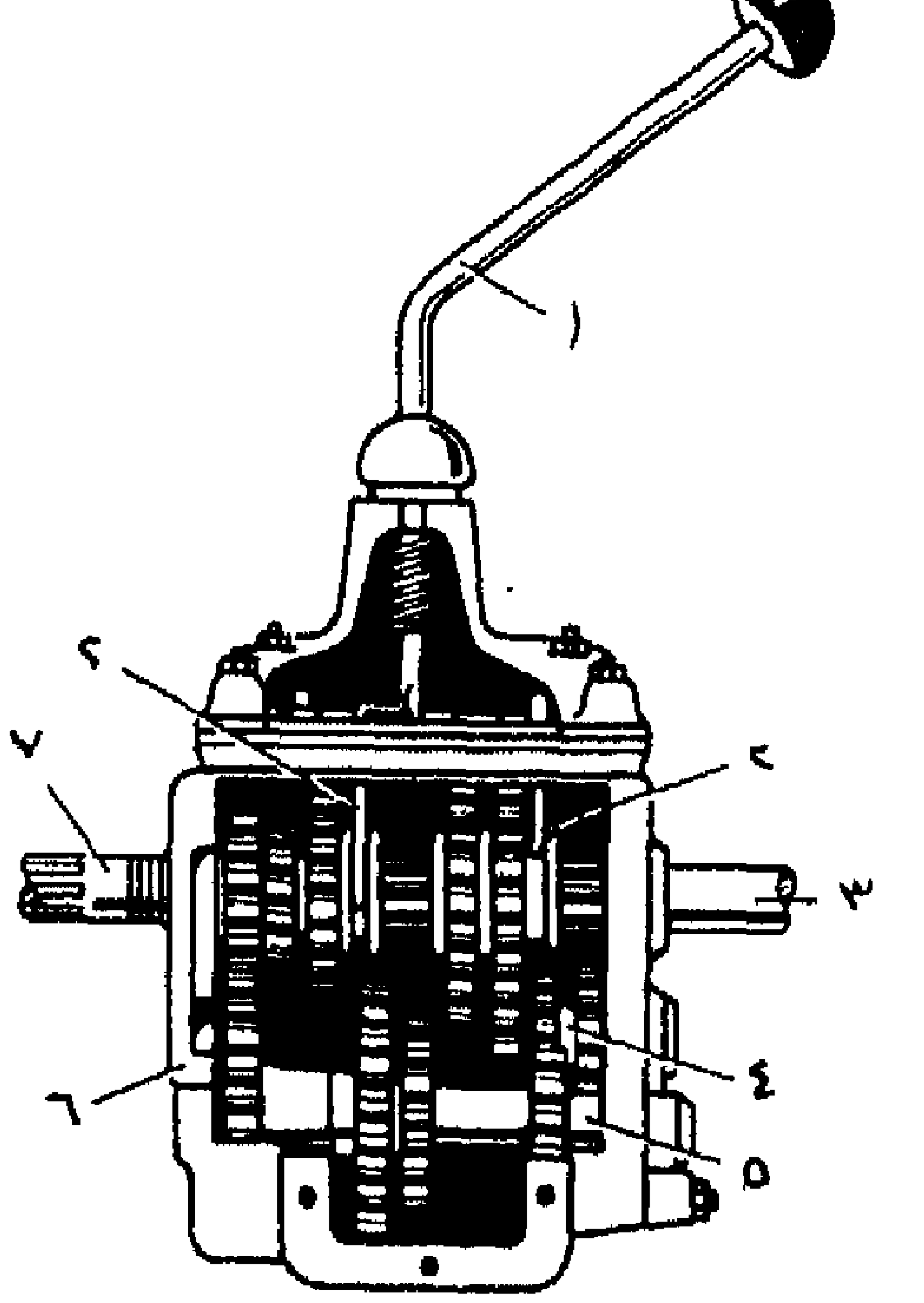
والمكونات الرئيسية لصندوق التروس – فضلا عن التروس – هى :

– آلية نقل (تغيير) التروس .

– المبيت .

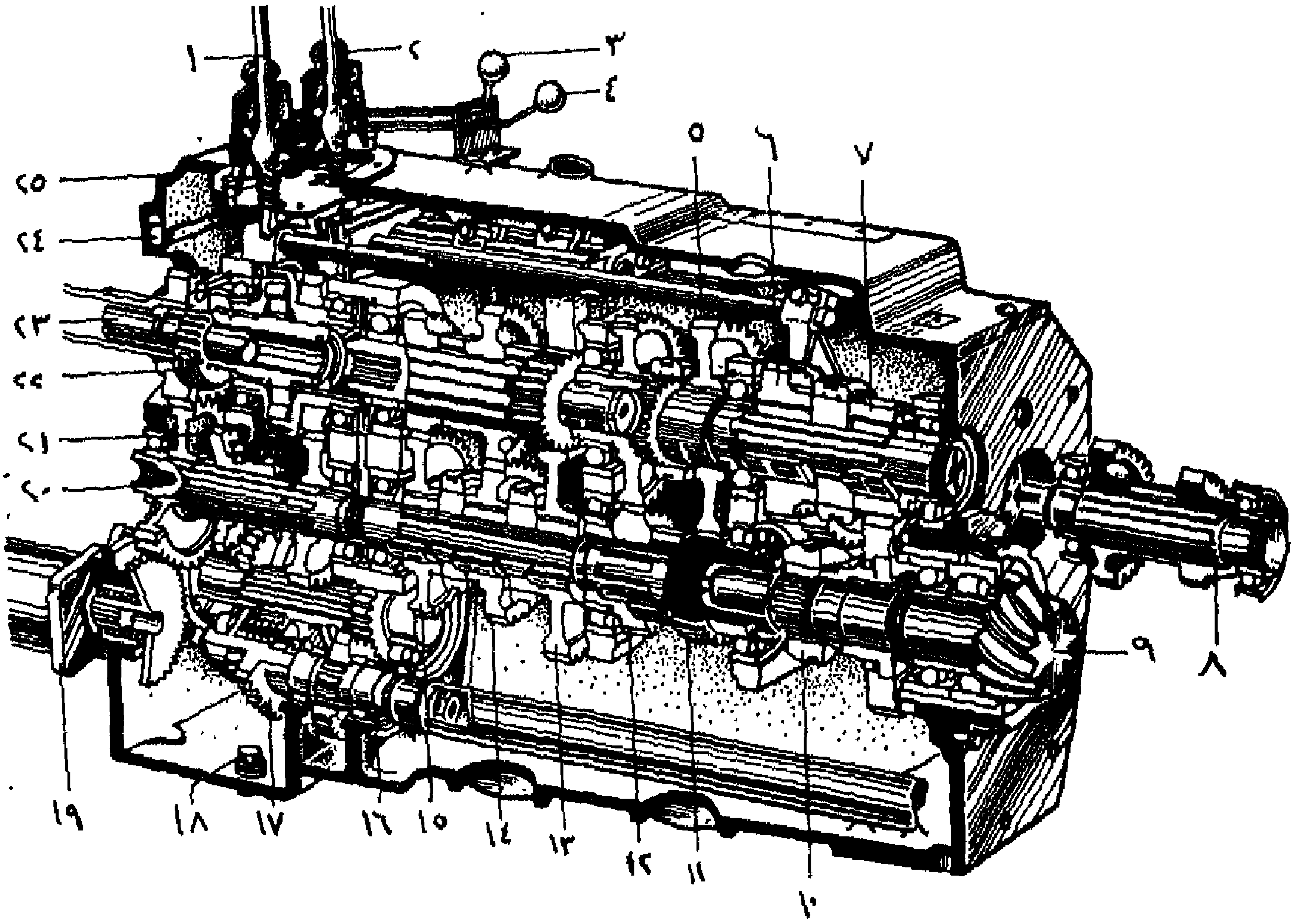
– العمود الرئيسى ، والعمود المناول ، وعمود الحركة العكسية (الخلفية) .

ويوضح الشكل ٢٠٣ رسما تخطيطيا مبسطا لأوضاع الأعمدة والتروس المختلفة فى الصندوق . ويمكن نقل التروس على الأعمدة – بوساطة شوكات النقل (التغيير) – لتعشيقها حسب الطلب . وتعرف عملية النقل هذه كذلك باسم تغيير التروس أو تغيير السرعات .



شكل (٢٠٣) : رسم تخطيطى لمقطع فى صندوق تروس .

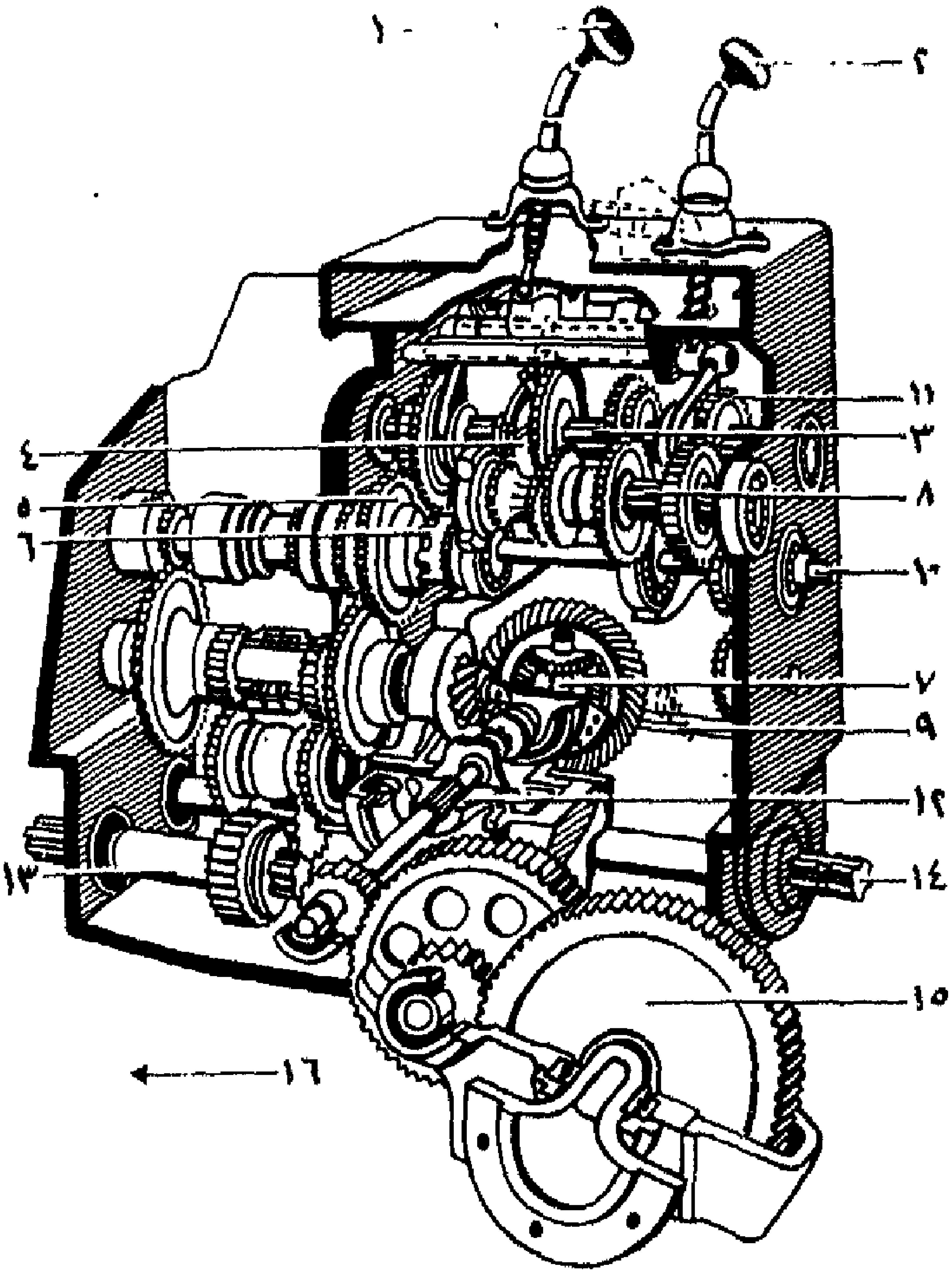
١ – عصا نقل التروس (عصا الفتيس)
٢ – شوكة النقل
٣ – العمود الرئيسى
٤ – عمود الحركة العكسية (الخلفية)
٥ – العمود المناول
٦ – المبيت (الصندوق)
٧ – العمود المدير



شكل (٢٠٤) : صندوق تروس Z T-300

من إنتاج : VEB Traktorenwerk Schönebeck

١ – ذراع التحكم فى مجموعة السرعات
٢ – ذراع التحكم فى كل ترس على حدة
٣ – ذراع التحكم فى عمود التشغيل الخارجى
٤ – ذراع التحكم فى مرحلة التحميل التحتى (المنخفض)
٥ – عصا نقل التروس
٦ – عجلة (ترس) عمود المناولة المتوسط (العكسية)
٧ – عجلة (ترس) المناولة المتوسط (الأمامى)
٨ – مجموعة الحركة العكسية
٩ – عمود ترس البنيون
١٠ – جلبة نقل التروس – المجموعة المباشرة
١١ – الترس الرئيسى – المجموعة الأولى
١٢ – الترس الرئيسى – المجموعة الثانية
١٣ – الترس الرئيسى – المجموعة الثالثة
١٤ – الترس الرئيسى – السرعة الثالثة
١٥ – الترس الرئيسى – السرعة الثانية
١٦ – وسيلة إدارة عمود التشغيل الخلفى
١٧ – وسيلة الوقاية من الحمل الزائد
١٨ – سدادة مقلوظة وبها مرشح مغنطيسى
١٩ – مصفاة بترسين لزيت التزييت
٢٠ – العمود المتوسط
٢١ – الترس الثنائى المنزلق الخاص بالجانب المدار .
٢٢ – العجلة الحرة
٢٣ – العمود الرئيسى
٢٤ – مبيت صندوق التروس
٢٥ – غطاء صندوق التروس



شكل (٢٠٥) : المجموعة الموحدة لنقل الحركة (طرز RS09) .

١ – عصا نقل التروس بصندوق التروس ومجموعة النقل الإضافية
٢ – عصا نقل تروس الحركة العكسية
٣ – عمود نقل التروس
٤ – صندوق التروس
٥ – مجموعة النقل الإضافية
٦ – العمود المتوسط
٧ – مجموعة التروس الفرقية
٨ – العمود المناول
٩ – سقاطة تثبيت المجموعة الفرقية
١٠ – عمود القابض
١١ – صندوق تروس الحركة العكسية
١٢ – الفرملة
١٣ – عمود التشغيل الأمامى
١٤ – عمود التشغيل الخلفى
١٥ – مجموعة الإدارة النهائية
١٦ – اتجاه التحرك

شكل (٢٠٦) : أعمال فى الزراعة تتطلب من الجرار التحرك بسرعة الزحف .

ونظرا لاختلاف مجالات استخدام الجرارات وتعددها ، تزود صناديق التروس الخاصة بها فى الغالب بأربع إلى ثمانى سرعات أمامية ، وسرعة واحدة إلى أربع سرعات عكسية .

ويوجد بمبيت صندوق التروس عادة عناصر نقل حركة تخصص لإدارة أعمدة التشغيل الخارجي ، كما يوجد به العمود المناول والتروس الفرقية . والمجموعة المكونة من تروس تغيير السرعات والعمود المناول ومجموعة التروس الفرقية ، والتى يضمها جميعها مبيت (صندوق) واحد ، تعرف باسم المجموعة الموحدة ، ويشيع استخدامها فى صناعة الجرارات (الشكل ٢٠٥) .

(ج) ترس سرعة الزحف :

هناك أعمال فى الزراعة تتطلب بالدرجة الأولى من الجرار أدنى سرعة تحرك ممكنة . ومن أمثلة هذه الأعمال غرس (زرع) النباتات الصغيرة ، والنثر اليدوى لجير(الكلسيوم) أو السماد من مقطورة (الشكل ٢٠٦) . وحتى التحرك بالسرعة الأولى ، أى حوالى ٣ كم / ساعة ، يعتبر سريعا جدا فى هذه الأعمال . لذلك تزود الجرارات الحديثة بترس لسرعة الزحف (وهى السرعة الشديدة البطء المطلوبة) يقلل سرعات صندوق التروس إلى $\frac{١}{٤}$ أو $\frac{١}{٣}$ السرعة الأصلية . وتسمى السرعات الأقل من ١,٥ كم / ساعة عموما سرعات الزحف . ويجب مراعاة عدم استخدام ترس سرعة الزحف لزيادة قوة الجذب أو قدرة الجر ، لأن ذلك قد يؤدى إلى حدوث تلفيات بسهولة فى صندوق التروس .

(د) ملاحظات تتعلق بالصيانة والاصلاح :

١ — يجب اختبار مستوى الزيت بصندوق التروس بعد كل ٥٠ ساعة من ساعات التشغيل ، واستكماله بالزيت إذا لزم الأمر . وينبغى أن تكون بصندوق التروس الكمية الكافية من الزيت للتدفق من فتحة الاختبار عند فك سدادتها المقلوظة . وغنى عن القول أنه لاختبار زيت التروس يجب إيقاف الجرار على أرض مستوية . ويجب تغيير زيت التروس بعد كل ٥٠٠ — ١٠٠٠ ساعة من ساعات التشغيل تقريبا (تراعى فى هذا الشأن التعليمات الواردة فى كتيب إرشادات التشغيل) . ولهذا الغرض تفتح سدادة تصريف الزيت — الموجودة فى الجزء السفلى من مبيت صندوق التروس — والمحرك لا يزال ساخنا ، لينصرف الزيت .

وتزود الأنواع العديدة من الجرارات بسدادات تصريف منفصلة فى مبيت العمود المناول ومبيت ترس سرعة الزحف اللذين ينبغى تصريفهما كذلك وملؤهما بزيت جديد إلى الحد المقرر . ولاستخدام الزيت القديم بعد ذلك فى أغراض أخرى مناسبة يجب جمعه وتخزينه فى أوعية وبراميل .

وبعد تصريف الزيت يفتح غطاء مبيت صندوق التروس ، وتغسل كل من التروس والمبيت بعناية بزيت الديزل أو زيت الغسيل والتنظيف . ويجب التخلص من مخلفات الزيت العجينية التى تكون قد ترسبت فى قاع المبيت . ثم يقفل صندوق التروس ويملأ بزيت تروس خاص جديد إلى الحد المقرر . وفى المعتاد يملأ مبيت العمود المناول بالزيت مع مبيت صندوق التروس أوتوماتيا فى وقت واحد (تراعى التعليمات الواردة فى هذا الشأن فى كتيب إرشادات التشغيل) .

٢ – يجب اختبار الحامل والفوت (اللعب) فى التروس بعد كل ١٠٠ ساعة من ساعات التشغيل . ولهذا الغرض يخلع غطاء المبيت ويختبر كل محمل بعناية .

والأعمدة المشوهة (المفتولة) ، أو التروس التى يكون بعض أسنانها مكسورا أو تالفا تحدث صوتا مميزا يشبه صوت الزن (الون) ، وفى هذه الحالة يجب استبدالها .

٣ – إذا انزلقت التروس وانفصل تعشيقها بعد النقل . فيستدل من ذلك على عدم إنضباط إستقامتها ، أو على وجود محامل متآكلة ، أو اعوجاج أذرع (عصى) نقل التروس .

٤ – مجموعة التروس الفرقية ومجموعة الادارة النهائية :

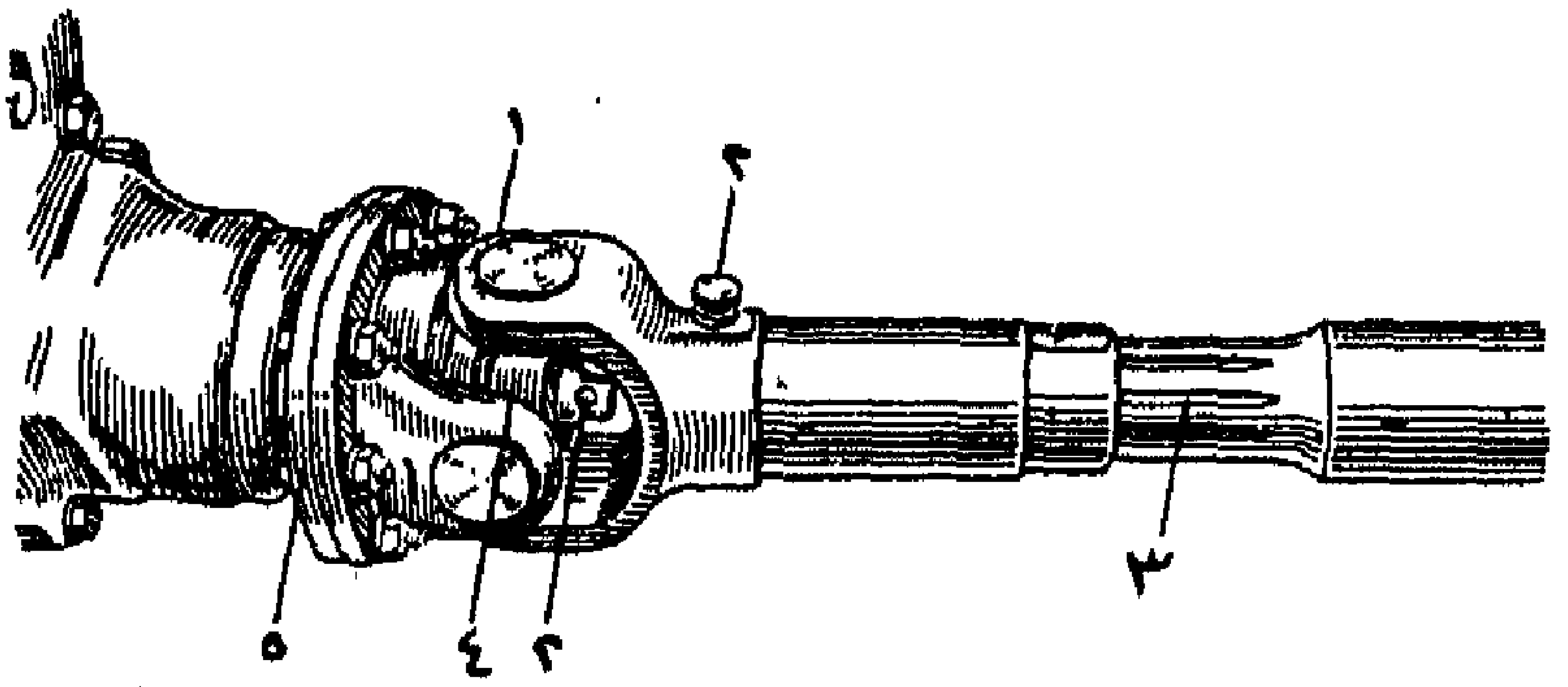
(أ) عـــام

يغلب استخدام المجموعة الموحدة السابق ذكرها فى صناعة الجرارات . إذ يجمع صندوق التروس الفرقية والتروس الخاصة فى كتلة واحدة يربط بها المحرك وأجزاء من جسم الجرار والهيكل الأساسى له . وبهذه الكيفية يمكن الاستغناء عن بعض أجزاء معينة من مجموعات نقل الحركة ، مثل أعمدة الإدارة (أعمدة كردان) والوصلات الجامعة الحركة (وصلات كردان) .

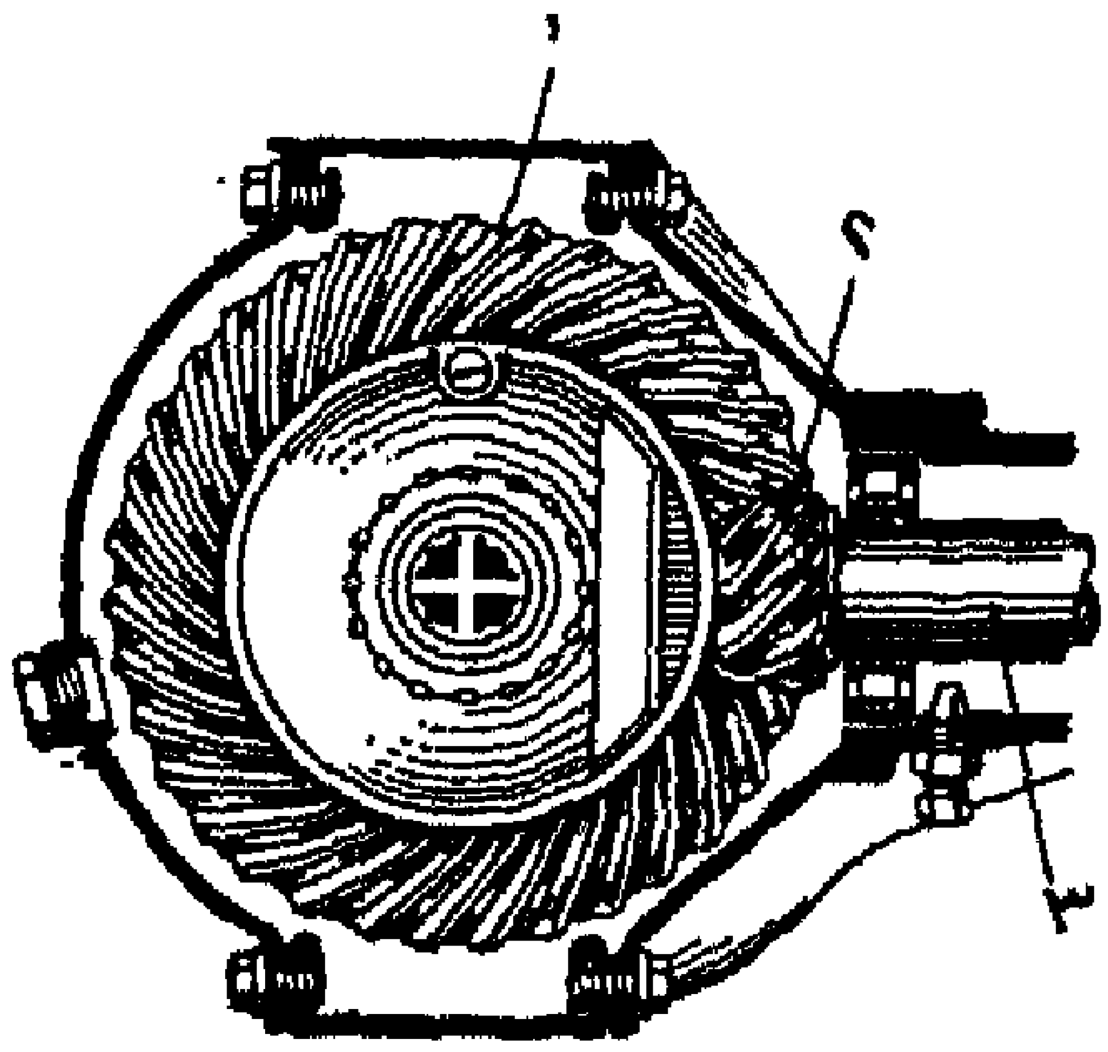
ومع ذلك يلزم وجود هذه الأجزاء فى الجرارات ذوات العجلات والإطار المعدنى (انظر الفصل السادس) ، لأن عزم الدوران يجب نقله من العمود الرئيسى إلى عجلات الطريق بكيفية تتعادل معها الاهتزازات (الشكل ٢٠٧) .

وبدلا من الوصلات الجامعة الحركة قد تستخدم كذلك أقراص توصيل مرنة ، تعرف باسم أقراص هاردى ، تناسب الانحرافات (الانحناءات) الصغيرة بصفة خاصة (الشكل ٢٠٨) .

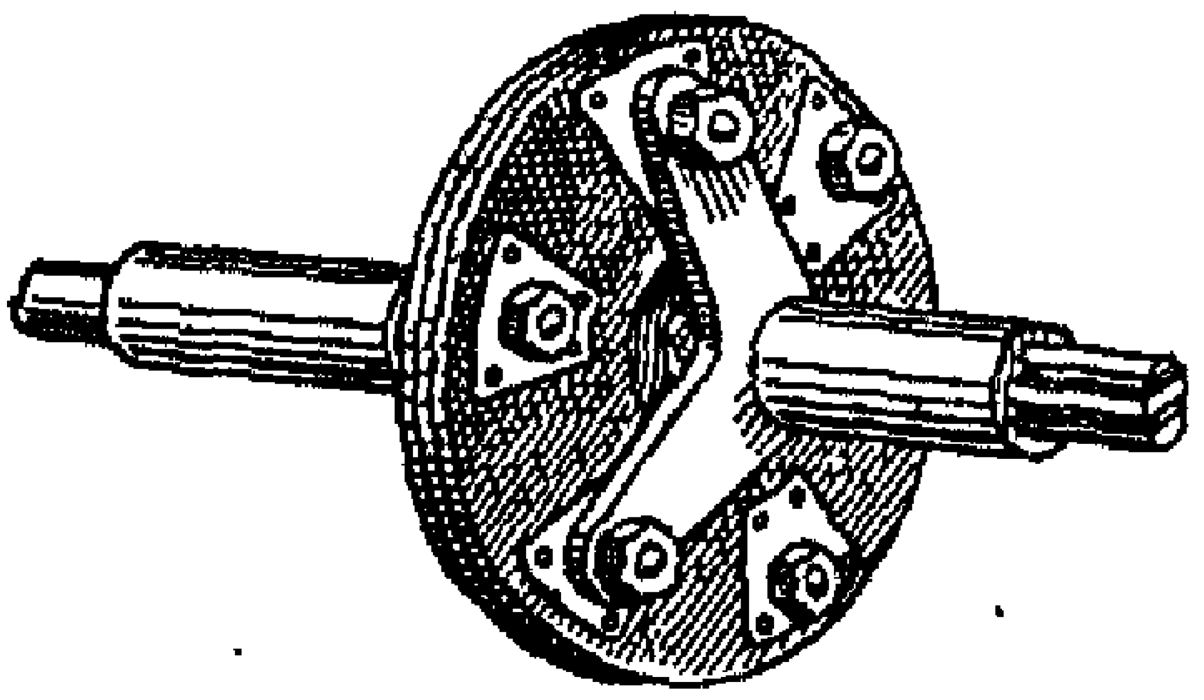
وتنتقل قدرة المحرك إلى مجموعة التروس الفرقية فى شكل حركة دورانية تتم عن طريق عمود القابض والعمود الرئيسى وعمود الإدارة (عمود كردان) ومجموعة إدارة المحور (الأكس) ، ومن مجموعة التروس الفرقية إلى عجلتى الطريق المديرتين اللتين تتعامدان فى وضعهما مع العمود المرفق . ويتبع ذلك ضرورة توافر وسيلة لنقل القدرة (الحركة) المديرة – التى تكون أصلا



شكل (٢٠٧) : عمود الإدارة (عمود كردان) .
١ – وصلة جامعة الحركة
٢ – موضع التزييت
٣ – نهاية العمود المحددة
٤ – قلب الوصلة الجامعة الحركة(الصليبة)
٥ – شفة (فلانشة) التوصيل بصندوق التروس



شكل (٢٠٩) : مجموعة إدارة بترسين مخروطيين .
١ – الترس التاجي المدار
٢ – الترس المخروطي المدير
٣ – عمود الإدارة



شكل (٢٠٨) : قرص توصيل مرن (قرص هاردى) .

على هيئة حركة دورانية حول المحور الطولى للجرار – إلى محورى عجلتى الطريق اللذين يتعامدان مع اتجاه الحركة . وتوجد وسيلة نقل القدرة (الحركة) هذه على هيئة مجموعة إدارة المحور .

(ب) مجموعة إدارة المحور (الأكس) :

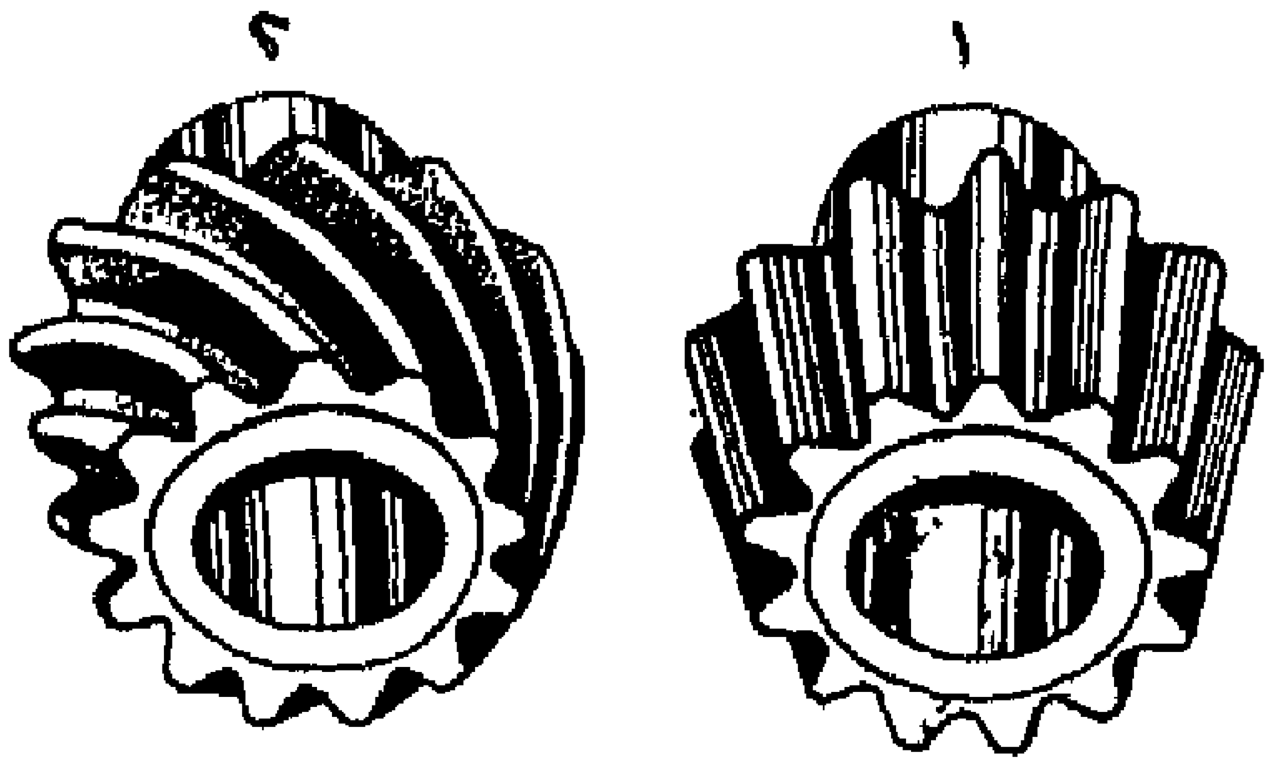
مجموعة إدارة المحور تصل بين عمود نقل الحركة أو العمود المناول، وبين مجموعة التروس الفرقية ، ويضمها هى ومجموعة التروس الفرقية مبيت واحد . ويتم نقل الحركة بوساطة تروس مخروطية ، كما هو موضح بالشكل ٢٠٩ . وقد تكون أسنان التروس المخروطية مستقيمة أو حلزونية (الشكل ٢١٠) .

ومن النادر استخدام التروس الدودية ، إذ أنها برغم مزاياها العديدة تفشل فى الصمود للإجهادات التى تتعرض لها الجرارات (الشكل ٢١١) .

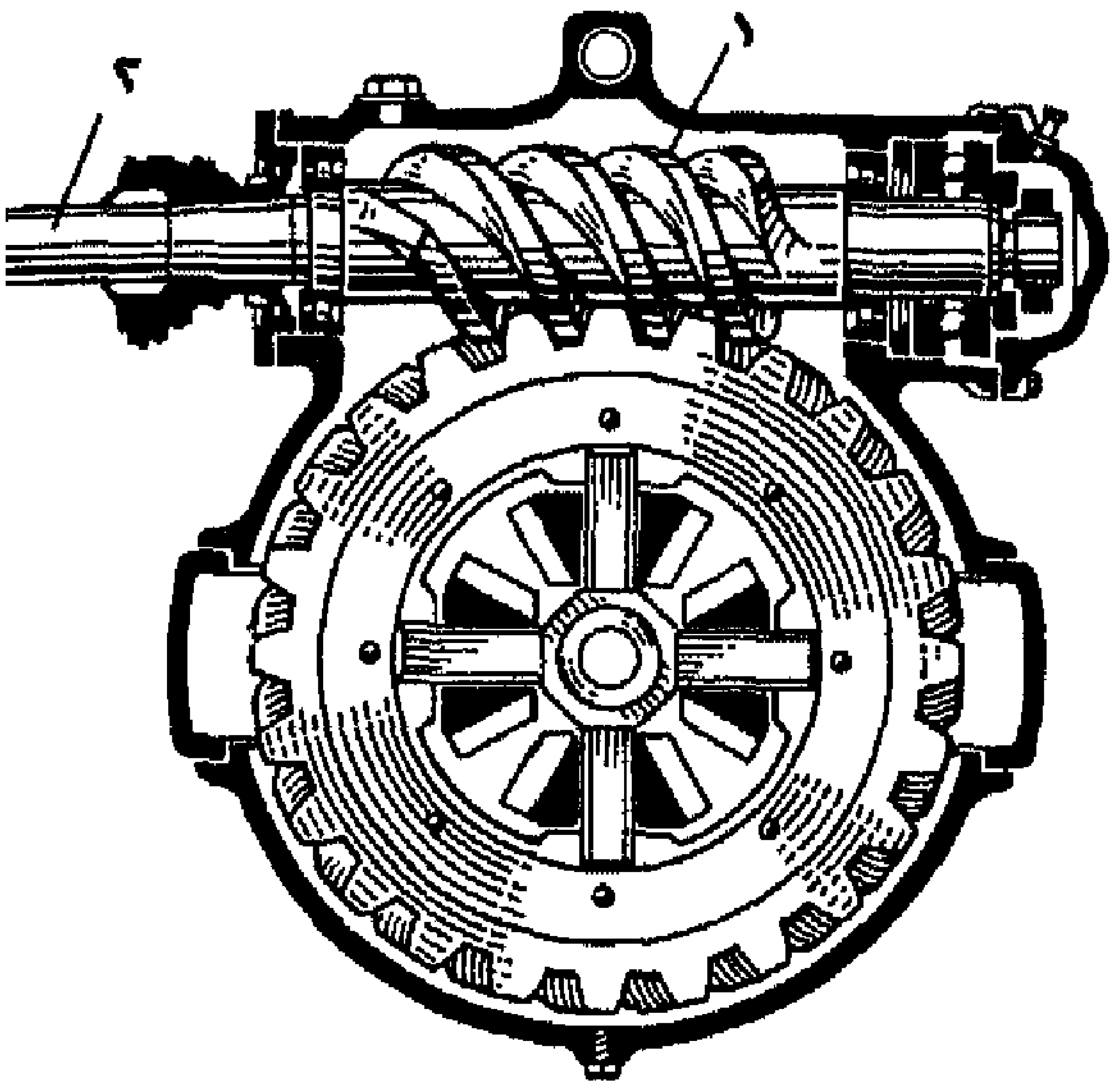
(ج) مجموعة التروس الفرقية :

عندما يسير الجرار فى مسار منحن تتبع عجلتا الطريق الداخليتان دائرة نصف قطرها أصغر من نصف قطر الدائرة التى تتبعها العجلتان الخارجيتان (الشكل ٢١٢) .

وبمعنى آخر فإن المسافة التى تقطعها عجلات الطريق فى منحن ما تكون فى الجانب الداخل من المنحنى أقل منها فى الجانب الخارجى منه . وبالتالى فإن العجلة التى تكون فى الجانب الخارجى من المنحنى يتحتم عليها الدوران بسرعة أكبر (أى بعدد أكبر من اللفات) منها للعجلة التى تكون فى الجانب الداخل منه . وإذا كانت العجلات مركبة على المحاور بكيفية تجعلها تدور مستقلة



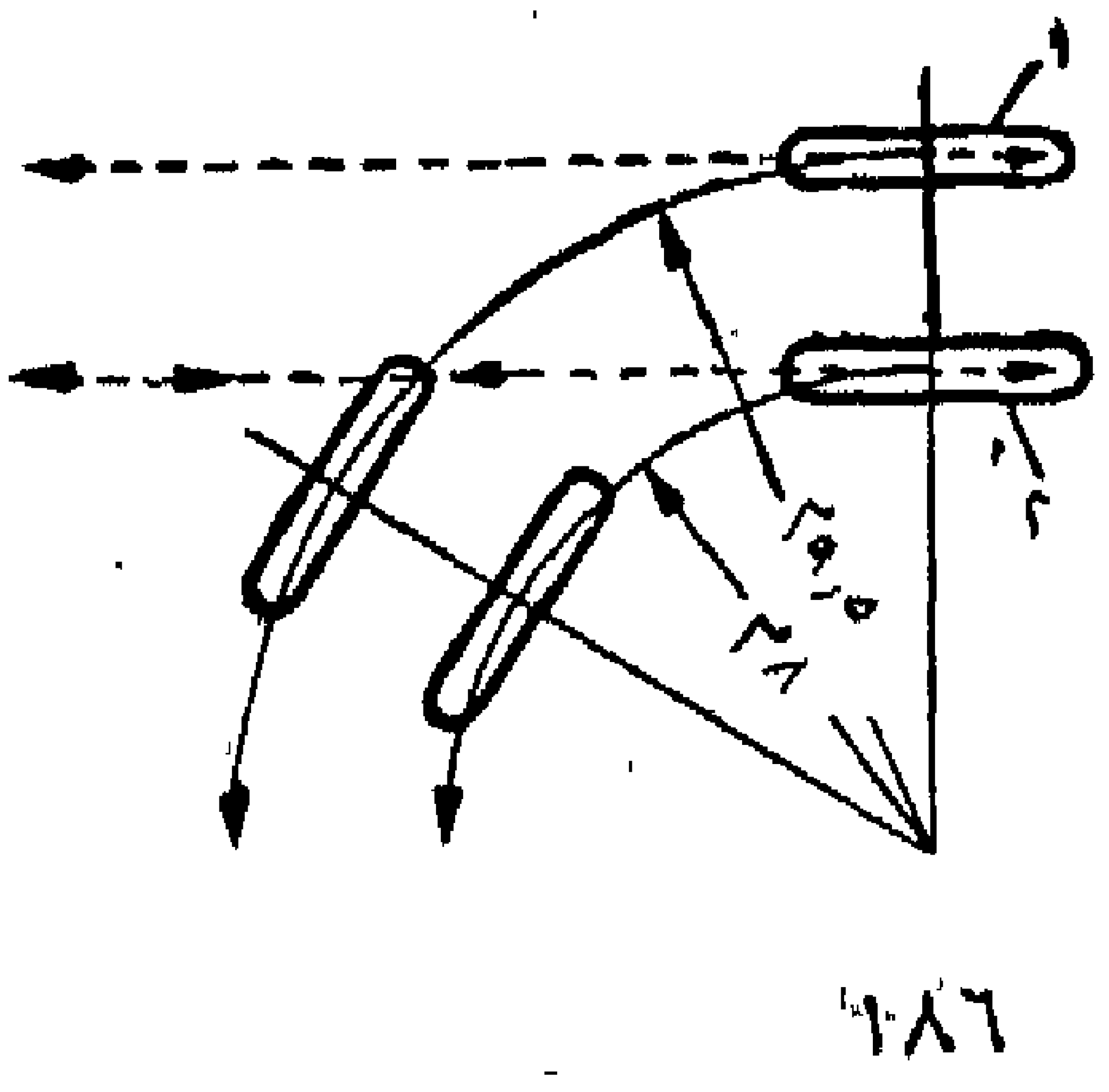
شكل (٢١٠) : تروس مخروطية مديرة .
١ – بأسنان مستقيمة ٢ – بأسنان حلزونية



شكل (٢١١) : مجموعة إدارة بترس دودى .
١ – الترس الدودى المدير ٢ – عمود الإدارة

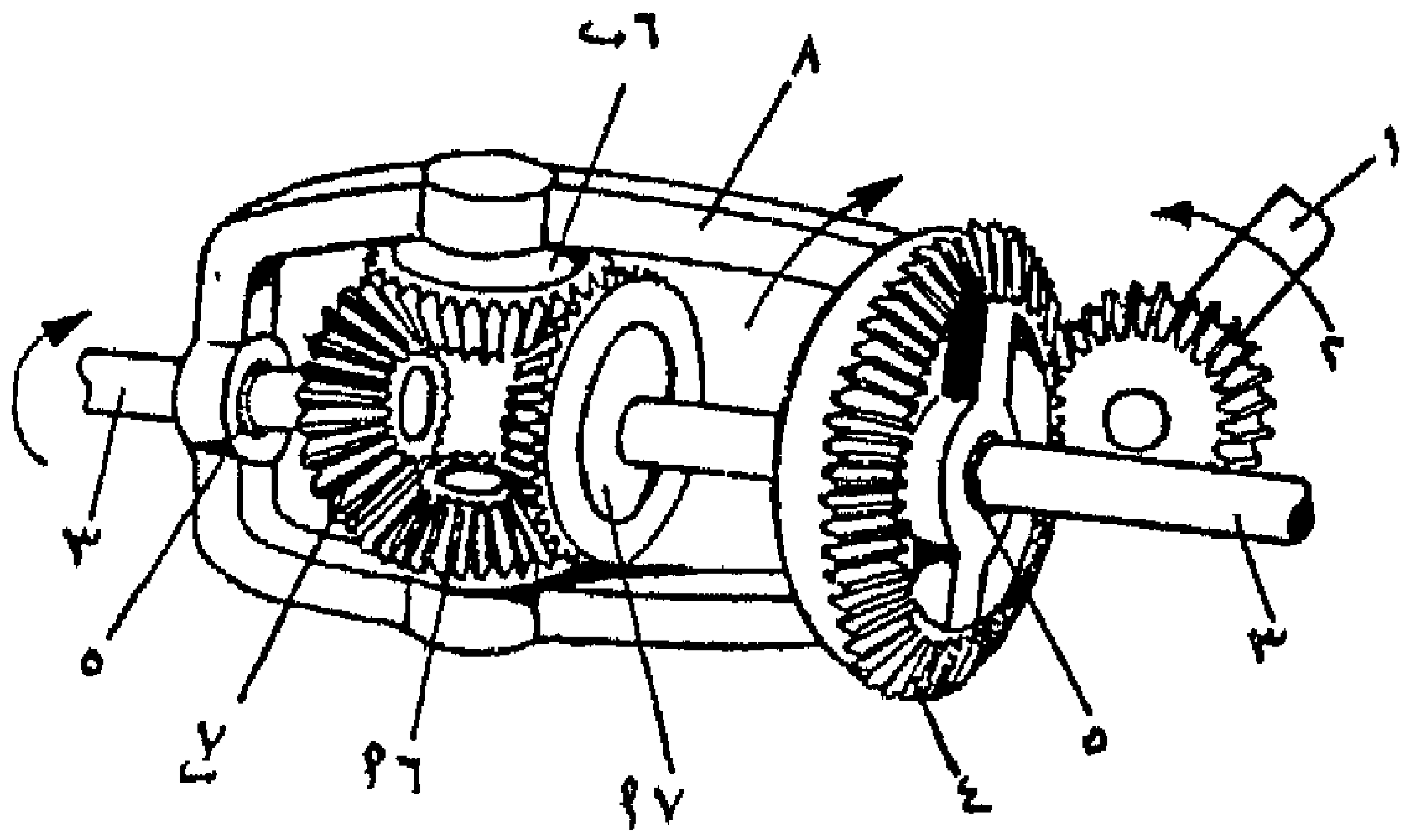
كل منها عن الأخرى ، فإن الفرق فى طول المسار المنحنى يصبح عديم الأهمية . ولا ينطبق هذا على أية حال على العجلات المدارة . وتركب العجلتان المديرتان ، وهما الخلفيتان عادة ، على محورين نصفيين منفصلين يوصلان ببعضهما البعض بوساطة مجموعة التروس الفرقية بحيث يمكنها تحريك الجرار برغم دورانهما بسرعتين مختلفتين وبهذه الكيفية فقط يمكن تحريك الجرار فى مسار منحن دون أن تؤخر (تعرقل) العجلتان الخارجيتان حركته .

ويوضح الشكل ٢١٣ طريقة عمل مجموعة التروس الفرقية . فالترس المخروطى المدير(٢) – المعشق تعشيقا دائما بالترس التاجى(٤) – مثبت بعمود نقل الحركة (١). والترس التاجى موصل توصيلا جسيئا بالقفص الفرقى (المبيت) الذى يوجد به ترسا بنيون مخروطيان فرقيان (٦ ا و٦ ب) مركبان على محورى ارتكاز . ويتعشق ترسا البنيون الفرقيان الحرا الدوران حول محوريهما ، تعشيقا دائما بالترسين الفرقين الجانبيين (٧ ا و٧ ب) ، وهذان مثبتان بدورهما بعمودى



شكل (٢١٢) : عندما يسير الجرار فى مسار منحن فإن العجلات المختلفة تقطع مسافات مختلفة .
١ – العجلتان الخارجيتان
٢ – العجلتان الداخليتان

شكل (٢١٣) : رسم تخطيطي لمجموعة التروس الفرقية .
١ – عمود الإدارة وبه الترس المخروطي المدير
٢ – الترس المخروطي المدير
٣ – عمود المحور الخلفي النصفي
٤ – الترس التاجي
٥ – جلبة
(٦أ، ٦ب) ترسا بنيون مخروطيان فرقيان
(٧أ، ٧ب) ترسان مخروطيان فرقيان جانبيان
٨ – قفص فرقي (مبيت)



المحور الخلفي النصفيين (٣) . ويركب العمود المتصل بالترس المخروطي (١٧) في الترس التاجي (٤) بحيث يمكنه الدوران فيه بحرية . وبهذه الكيفية تنتقل الحركة المستقلة إلى كل من عجلتي الطريق على حدة .

وعند القيادة في مسار مستقيم يدور الترس المخروطي المدير في الاتجاه الموضح بالسهم ، مديرا الترس التاجي ومعه القفص الفرقي(٨) ، ومن ثم فإن الترس التاجي يدور حينئذ في الاتجاه الموضح بالسهم . وبالتالي يحمل ترسا البنيون المخروطيان الفرقيان معهما الترسين الفرقيين الجانبيين في اتجاه حركتهما نفسه دون أن يتحرك هذان الترسان في الاتجاه المضاد . أي أنه في المسار المستقيم للجرار يعمل ترسا البنيون المخروطيان الفرقيان بمثابة حاملين فحسب ، وليس بمثابة ترسين لنقل عزم الدوران . وتنتقل حركة الدوران من الترس المخروطي المدير (٢) إلى عجلتي الطريق بانتظام عن طريق الترس التاجي(٤) والقفص الفرقي(٨) وترسي البنيون المخروطيين الفرقيين(٦) ، والترسين الفرقيين الجانبيين (٧) . وبالتالي فإنهما تقطعان مسافة واحدة .

وعندما يسير الجرار في مسار منحن فإن الترس المخروطي المدير (٢) والترس التاجي و « القفص » تدور كلها بمعدل واحد . إلا أن عجلة الطريق الخارجية ينبغي أن تتحرك في مسار أطول من مسار العجلة الداخلية (انظر الشكل ٢٢٢) . ومن ثم فإذا سار الجرار في منحن أيسر مثلا ، فإن الترس الفرقي الجانبي الأيمن (١٧) يجب أن يدور بسرعة أكبر من السرعة التي يدور بها الترس الفوقي الجانبي الأيسر(٧ب) . وفي هذه الحالة يدور ترسا البنيون المخروطيان الفرقيان(٦) حول محوريهما ، ويسمحان بحركة نسبية بين عمودي المحور الخلفي بغض النظر عن الحركة الكلية . ويمكن تحريك العجلتين الخلفيتين معا برغم دورانهما بسرعتين مختلفتين . ومن السمات المميزة الترتيبية التروس المخروطية بمجموعة التروس الفرقية ، علاوة على ما سبق ، ما يلي :

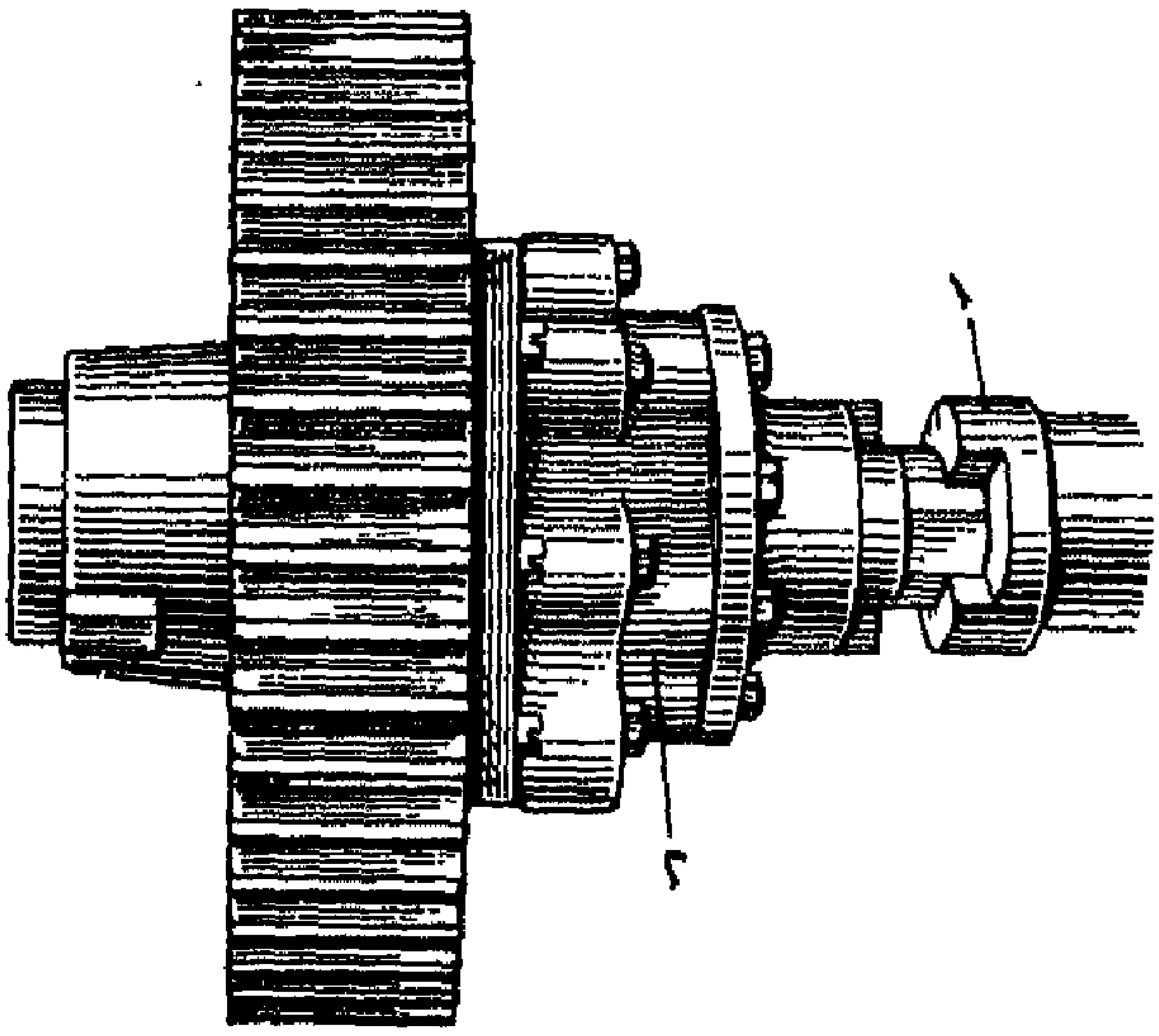
إذا رفع عمود نقل الحركة عن الأرض بوساطة مرفاع (كوريك) ، وكان المحرك ساكنا ، وأديرت إحدى عجلتي الطريق الخلفيتين إلى الأمام ، فإن العجلة الخلفية الأخرى تدور فى هذه الحالة – عن طريق مجموعة التروس الفرقية – المسافة نفسها فى الاتجاه المضاد . وإذا ثبتت إحدى العجلتين الخلفيتين ، وكان المحرك دائرا ، فإن سرعة العجلة الأخرى تصبح الضعف .

سقاطة تثبيت مجموعة التروس الفرقية :

برغم المزايا السابق ذكرها لمجموعة التروس الفرقية فإن هناك عيبا واحدا لها قد يصبح خطيرا ، وخاصة فى حالة الجرارات . ويتلخص هذا العيب فى أنه إذا تحركت إحدى عجلتي الطريق الخلفيتين على أرض زلقة ، فإنها تدور حول محورها نتيجة الإلتصاق غير الكافى بالأرض . أما العجلة الأخرى التى يتوفر لها التصاق جيد بالأرض فإنها تدور بسرعة مخفضة .

وفى الظروف غير المستحبة للتربة قد يحدث أن تدور إحدى العجلتين بضعف السرعة العادية ، فى حين تظل العجلة الأخرى ساكنة . وفى هذه الظروف – التى تواجه الجرارات كثيرا – يصبح بدء الحركة مستحيلا .

ولهذا تركب بمجموعة التروس الفرقية فى الجرارات الحديثة سقاطة تثبيت تمكن من التشغيل الآمن لها ، حتى فى أشق ظروف التربة . ويتم الحصول على وصلة جسيئة بين عمود المحور الخلفى النصفى وبين القفص الفرقى بوساطة قابض كلابى (الشكل ٢١٤) . ونظرا لأنه بهذه الكيفية لا يسمح لعمودى المحور الخلفى النصفيين بالدوران فى اتجاه مضاد لاتجاه دوران القفص الفرقى ، فإنه يصبح مستحيلا كذلك لترس البنيون المخروطيين الفرقيين الدوران بأية حركة نسبية . وبالتالى يحتفظ عمود المحور الخلفى النصفيين بسرعة القفص ، ويدوران بسرعة واحدة . وتستخدم حديثا سقاطات التثبيت الأوتوماتية لتحسين خصائص إدارة الجرارات (والمركبات عموما) .



شكل (٢١٤) : سقاطة تثبيت مجموعة التروس الفرقية .
١ – قابض كلابى
٢ – مجموعة التروس الفرقية

(د) مجموعة الادارة النهائية :

يتطلب استخدام الجرارات فى الغالب خلوصا أرضيا كبيرا . ويمكن التحكم فى هذا الخلوص بإدارة مجموعة الإدارة النهائية حول مركز مجموعة إدارة المحور بحيث يتاح تركيبها (أى مجموعة الإدارة النهائية) بعدة طرق وفى عدة أوضاع . وعلاوة على الخلوص الأرضى ، فبهذه الكيفية يمكن كذلك تغيير قاعدة اللف (انظر الشكل ٢٥٧) . وللمزيد من التفصيلات فى هذا الشأن انظر الفصل السادس.

(هـ) ملاحظات تتعلق بالصيانة والإصلاح :

١ — عمر استخدام التروس المخروطية المديرة عادة كبير جدا . وإذا تطلب الأمر تغيير الترس المخروطى المدير فيجب حينئذ تغيير الترس التاجى أو الترس المستقيم (العدل) بمجموعة التروس الفرقية كذلك .

٢ — قد يكون الفوت (اللعب) بترس البنيون المخروطى الفرقى من ١ر٠ مم إلى ٢ر٠ مم . ويجب أن يظل هذا الفوت ثابتا لكل سن . ويعتبر حدوث أى صوت (خبط) غير عادى دليلا على التعشيق غير الصحيح لزوج تروس البنيون المخروطية .

٣ — يجب اختبار مستوى الزيت بعد كل حوالى ٥٠ ساعة من ساعات التشغيل ، وإضافة زيت لاستكماله إذا تطلب الأمر ذلك . وبعد كل حوالى ٥٠٠ — ١٠٠٠ ساعة من ساعات التشغيل ينبغى تغيير الزيت الموجود بالقفص الفرقى (انظر ملاحظات الصيانة والإصلاح الخاصة بتروس تغيير السرعات) . ويجب الالتزام بالتعليمات الواردة فى هذا الشأن بكتيب إرشادات التشغيل .

٥ — وحدات (أعمدة) التشغيل الخارجى :

(أ) عـــام :

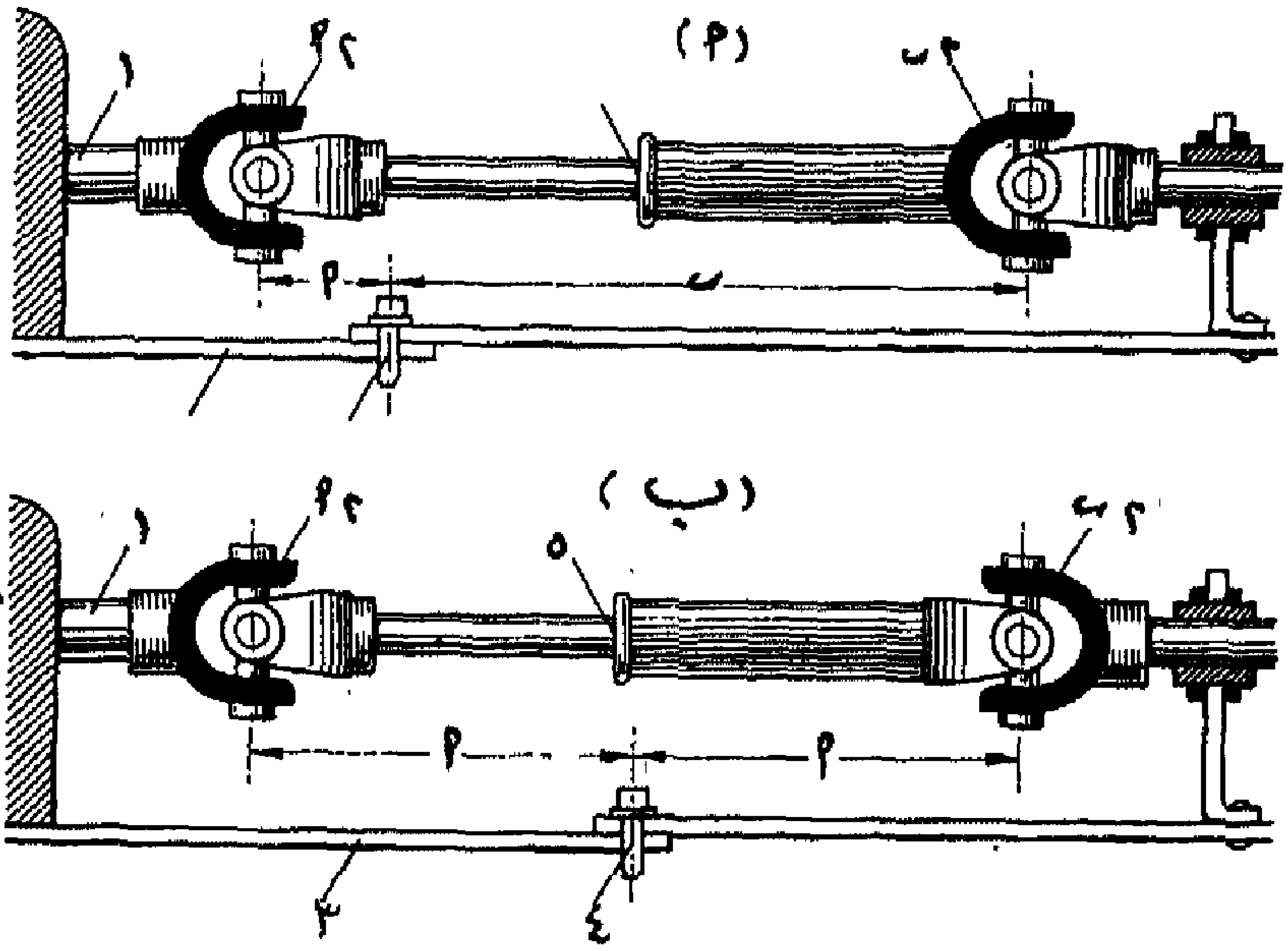
فى حوالى عام ١٩٢٠ شغلت المكنات الزراعية فى الولايات المتحدة الأمريكية لأول مرة بوساطة وحدة (عمود) بسيطة تستمد حركتها من محرك جرار . وتعرف هذه الوحدة باسم وحدة التشغيل الخارجى ، أو عمود التشغيل الخارجى . ونظرا للفوائد العظيمة لهذه الوسيلة فقد شاع استخدامها فى صناعة الجرارات فى كل مكان .

ومن العسير أن تنفذ الأعمال الدورية المتكررة ، التى تتعلق بصفة خاصة بالغابات والزراعة ، فى مكان تشغيل معين . فعلى العكس من الصناعات الهندسية التى يجب أن تنتقل فيها المواد الخام إلى مكنات التشغيل ، فإنه فى أعمال الزراعة والغابات يجب نقل المحرك الأساسى والمكنة إلى المكان الذى تتوافر به الخامات . ومن أهم العوامل البارزة التى تؤثر على استخدام الجرارات إمكان استخدام محركاتها فى إدارتها وإدارة المكنات والمعدات الميكانيكية كذلك .

وفى الجرارات الحديثة تركب أعمدة التشغيل الخارجى فى المقدمة والمؤخرة (أى فى الأمام والخلف) ، وفى كلا الجانبين كذلك . وبهذه الكيفية يتحقق تعميم استخدام الجرار فى أى عمل يتعلق بالزراعة . وتستمد المعدات المجزوزة (مثل معدات الحش أو الحصاد) والمعدات المحمولة (مثل معدات التسوية الميكانيكية) الحركة من عمود التشغيل الخارجى . ويمكن كذلك تركيب بكرة سيور على هذا العمود لنقل قدرة المحرك إلى بعض المكنات ، مثل وحدات الحصاد والدرس (الدريس) ، عن طريق السيور .

ويصل بين عمود التشغيل الخارجى وبين المكنة الزراعية عمود جامع للحركة (الشكل ٢١٥) تزود إحدى نهايتيه بقطع توصيل مخددة . وهى تنزلق على عمودى الجرار والمكنة الزراعية ، وتثبت بتوصيل دليل العمود الجامع للحركة بدليل عمود التشغيل الخارجى . ويتطلب الأمر فى حالات كثيرة استخدام آلية شد متعددة .

شكل (٢١٥) : عمود جامع للحركة يصل بين عمود تشغيل خلفى وبين معدة زراعية مقطورة.
(ا) توصيل خاطئ للمعدة المقطورة ، إذ أن محور ارتكاز آلية الشد ليس فى منتصف المسافة بين الوصلتين الجامعتين للحركة .
(ب) توصيل صحيح للمعدة المقطورة ، إذ أن محور الارتكاز فى منتصف المسافة بين الوصلتين الجامعتين للحركة .



١ — عمود التشغيل الخلفى
٢ا — الوصلة الجامعة للحركة القريبة من الجرار
٥ا — الوصلة الجامعة الحركة القريبة من المعدة
٣ — آلية الشد الزراعية
٤ — النقطة المتحركة فى الوصلة
٥ — العمود الجامع للحركة

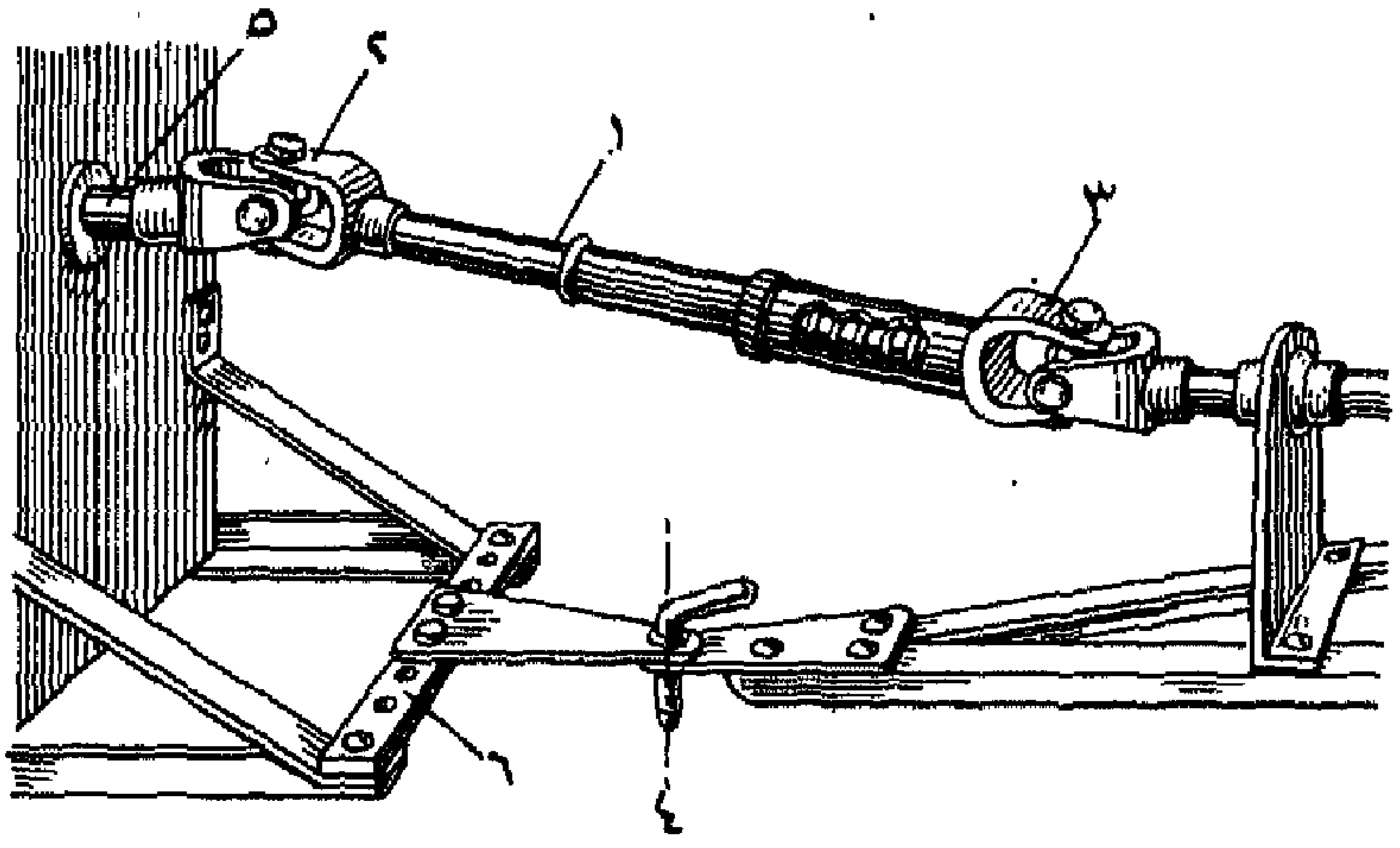
وعند استخدام عمود التشغيل الخلفى ينبغى العناية بتوصيل المعدة المقطورة توصيلا صحيحا ، فيجب ترتيب محور ارتكاز آلية الشد بحيث يقع بين وصلتى العمود الجامع للحركة (الشكل ٢١٦). وهذا وحده يكفل — عند القيادة فى مسار منحن — التوزيع المنتظم لزاوية تثبيت المعدة المقطورة

بين الوصلتين الجامعتين لحركة . ومن ناحية أخرى ، إذا وقع محور الارتكاز تحت إحدى هاتين الوصلتين ، فحينئذ يخرج العمود الجامع لحركة من هذه الوصلة بدرجة لا يسمح بها .

وأحيانا يكون محور ارتكاز آلية الشد فى أحد جانبى عمود التشغيل الخارجى . وفى هذه الحالة يجب أخذ طول القطعة المنزلقة فى الإعتبار . فقد تصطدم هذه القطعة بالمصد الداخلى عند التحرك فى منحنى أيسر ، فى حين أنها قد تنزلق خارجة من الجلبة عند التحرك فى منحنى أيمن .

(ب) وسائل إدارة وحدات (أعمدة) التشغيل الخارجى :

وقد تقسم وحدات (أعمدة) التشغيل الخارجى – وفقا لأنواع وسائل الإدارة المستخدمة – إلى أعمدة تدار من صندوق التروس ، وأعمدة تدار من المحرك ، وأعمدة تدار بتحريك الجرار على الطريق .



١ – العمود الجامع للحركة
٢ – الوصلة الأمامية الجامعة للحركة
٣ – الوصلة الخلفية الجامعة للحركة
٤ – محور ارتكاز آلية الشد
٥ – عمود التشغيل الخلفى
٦ – آلية الشد

شكل (٢١٦) : يجب أن يقع محور ارتكاز آلية الشد بين وصلتى العمود الجامع للحركة .

الأعمدة التى تدار من صندوق التروس :

تستمد هذه الأعمدة حركتها من العمود الرئيسى فى صندوق التروس . وعندما يضغط السائق على دواسة القابض ينفصل تعشيق كل من صندوق التروس ووسيلة إدارة عمود التشغيل الخارجى . ونسبة التخفيض بين المحرك وصندوق التروس دائما ثابتة ، والاختلافات فى سرعة المحرك وحدها هى التى تؤثر على سرعة عمود التشغيل الخارجى الذى يستمد حركته من صندوق التروس . لذلك فإن سرعة صندوق التروس ليست ذات أهمية بالنسبة لهذا العمود ، ويظل اتجاه دورانه واحدا ، سواء تحرك الجرار إلى الأمام أو عكس اتجاهه إلى الخلف .

الأعمدة التي تدار من المحرك :

يستمد هذا النوع من الأعمدة حركته من المحرك مباشرة . ويعتبر تشغيل القابض غير ذى أهمية بالنسبة لهذا العمود ، كما أنه ليس له ارتباط بصندوق التروس . ونسبة النقل بين المحرك وهذا العمود ثابتة . وبالتالى فإن سرعة المحرك تحدد سرعة العمود . ونظرا لأن صندوق التروس لا تأثير له على عمود التشغيل الخارجى الذى يدار من المحرك ، فإن اتجاه دوران هذا العمود يظل واحدا سواء تحرك الجرار إلى الأمام أو إلى الخلف .

ويخصص ترس منزلق أو قابض بقرص – حسب التصميم – لإدارة عمود التشغيل الخارجى فى هذه الحالة . وعند الضغط على دواسة القابض إلى منتصف مسافة تحركها يمكن نقل تروس تغيير السرعات دون التأثير على العمود . وينفصل تعشيق العمود عندما يتم الضغط على دواسة القابض إلى آخر مداها (أى حتى أرضية الجرار) .

الأعمدة التى تدار بتحرك الجرار على الطريق :

لا تدور هذه الأعمدة عادة إلا عند تشغيل (تحريك) الجرار على الطريق . وهى تدار بوساطة عضو نقل حركة يلى صندوق التروس ، بحيث ينبغى تعشيق كل من صندوق التروس والقابض .

والسمة المميزة لهذه الأعمدة هى أن عدد لفات العمود لكل متر يتحركه الجرار يظل ثابتا بصرف النظر عن سرعة المحرك وسرعة صندوق التروس المعشقة . وبالتالى فإن سرعته متغيرة ، كما ينعكس اتجاه دورانه عندما يتحرك الجرار إلى الخلف .

وتزود أنواع عديدة من الجرارات بقابض خاص يركب بين مجموعة إدارة المحور الخلفى وبين مجموعة إدارة هذا العمود . وعن طريق هذا القابض يمكن تشغيل العمود حتى ولو كان الجرار ساكنا .

(ج) الوقاية من الحوادث :

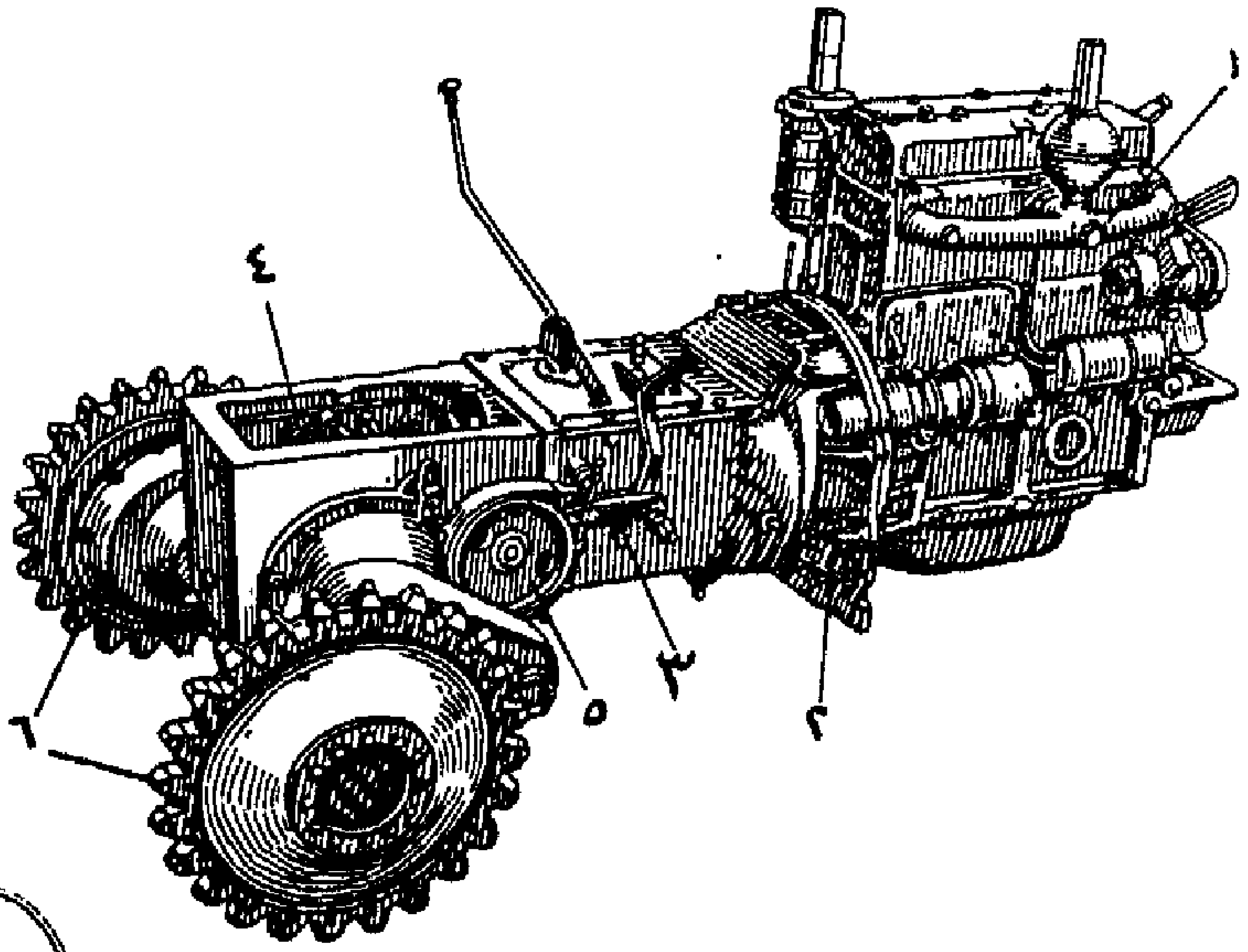
تقع الحوادث التى يتسبب عنها إصابات خطيرة عندما لا تكون أعمدة عكس الحركة مركبة تركيبا صحيحا ، أو تكون أعمدة التشغيل الخارجى غير مزودة بسياج أمان واق . لذلك يجب أن تكون قارنات التوصيل والأعمدة المديرة محاطة بسياج من جميع النواحى . ولا يسمح لسائق الجرار بمغادرة مقعده عندما يكون عمود التشغيل الخارجى فى حالة تشغيل . وعند فصل تعشيق المكنات التى تستمد حركتها من هذا العمود يجب فك العمود الجامع للحركة كله من الجرار ، بما فى ذلك السياج الواق .

الفصل السادس

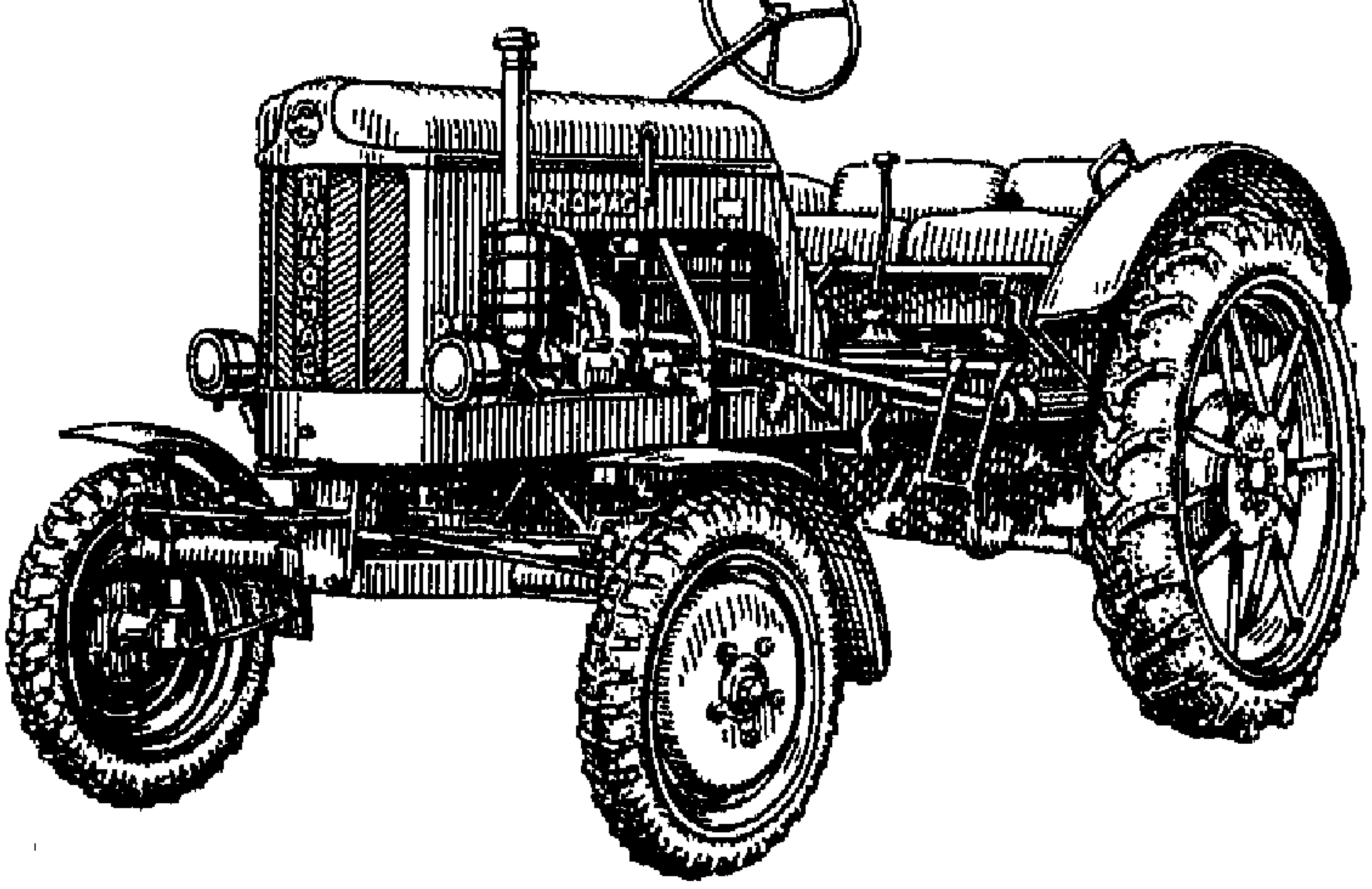
الهيكل الأساسى للجرار (مجموعات الحركة)

١ – عـام :

تستخدم فى الجرارات أساسا وحدة متكاملة تجمع المحرك ، والقابض (الدبرياج) ، وصندوق التروس (الجيروبوكس) ، ومجموعة التروس الفرقية ، والمحورين النصفيين الخلفيين فى كتلة واحدة (الشكل ٢١٧) . وتصميم هذه الوحدة يختلف عن التصميم المستخدم بصفة أساسية فى سيارات الركوب وعربات النقل (اللوارى) . والذى يعتمد على الإطار المعدنى لتجميع هذه المجموعات (الشكل ٢١٨) .



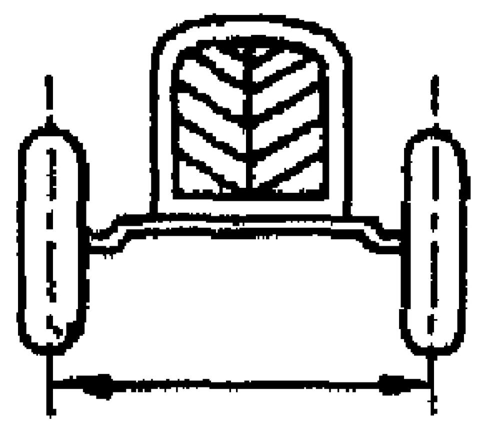
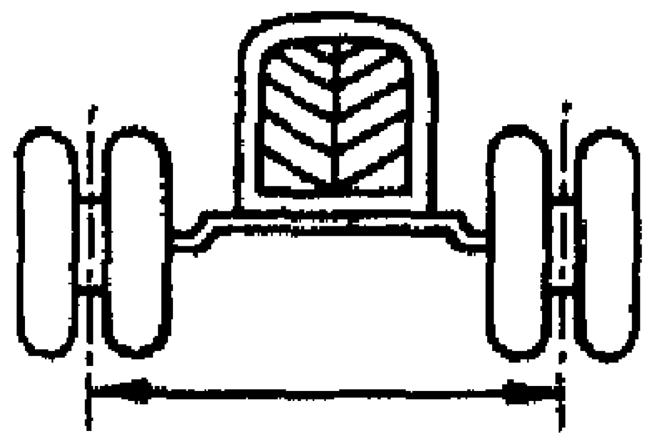
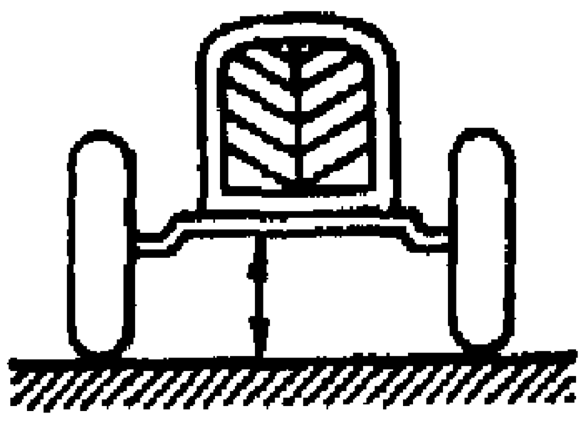
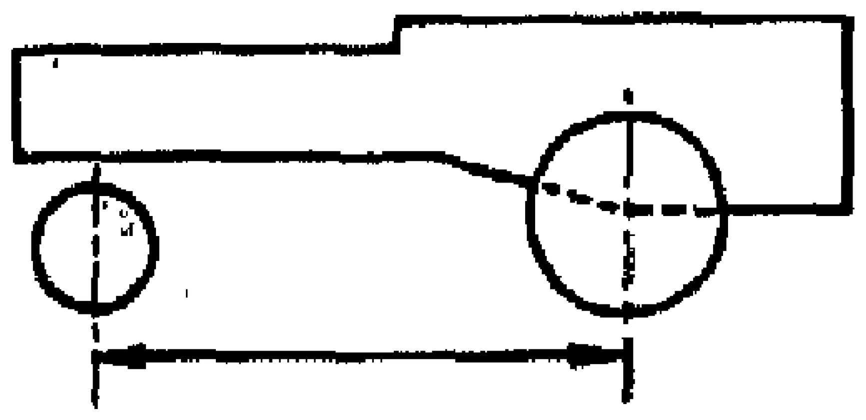
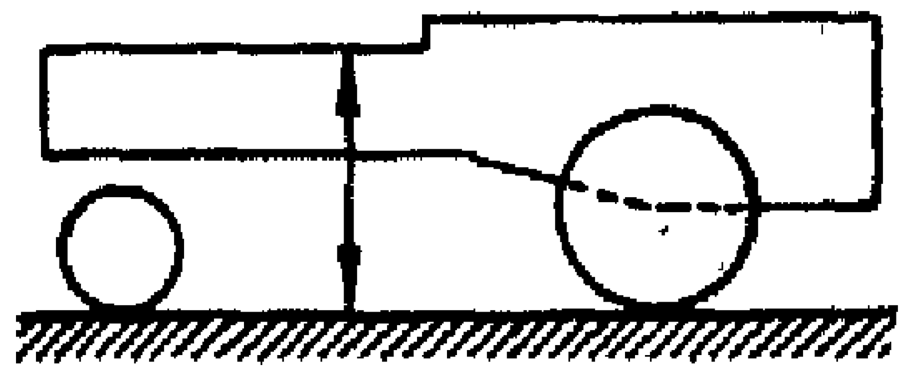
شكل (٢١٧) : الوحدة المتكاملة لجرار مجنزر .
١ – المحرك
٢ – القابض (الدبرياج)
٣ – صندوق التروس(الجيربوكس)
٤ – مجموعة التروس الفرقية
٥ – فرملة الحركة
٦ – عجلة إدارة الجنزير المسننة (عجلة الاسبروكت) .

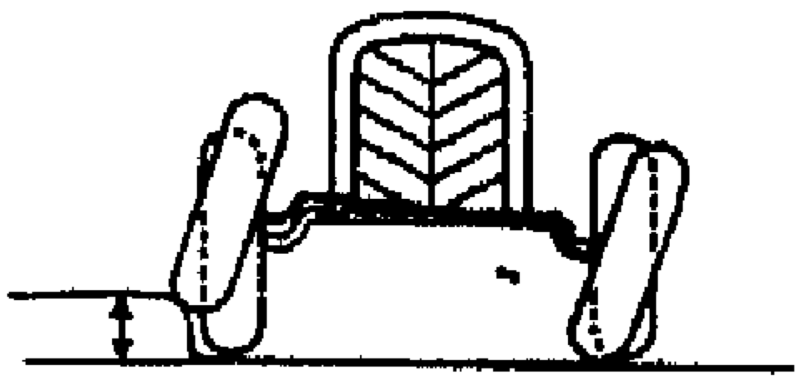


شكل (٢١٨) : الشاسية والإطار المعدنى لجرار معدات .
(الطرز : R 12 ، ١٢ قدرة حصانية) .
المنتج : هانوماج Hanomag.

ويتكون الهيكل الأساسي للجرار من هذه الوحدة المتكاملة ، ومجموعة (جهاز) القيادة والتوجيه ، والفرامل ، وللمحورين ، والبايات ، والعجلات أو الجنزيرين (فى حالة ا لجرارات المجنزرة) . وهناك تصميمات عديدة للهيكل الأساسي تتوقف أساسا على استخدامات الجرارات ، والعديد من هذه التصميمات يمكن تعديله وتحويله لتهيئة الجرارات للاشغال المختلفة .

وينبغى على سائق الجرار معرفة أهم أبعاد جراره لتفادى وقوع الحوادث والتلفيات به . ولأداء عمله على خير وجه . ويوضح الجدول التالى تعريفات لعدد من هذه الأبعاد . ويجب التنبه إلى أن الأبعاد الفعلية للجرارات تختلف باختلاف أنواعها ، ويمكن الحصول عليها من كتيب إرشادات التشغيل .

الأشكال التخطيطية (الشكل ٢١٩)	الأبعاد	التعريف
	المسافة بين العجلتين	المسافة بين مركزى تلامس العجلتين اليمنى واليسرى .(مركز التلامس هو نقطة تلاقى محور تماثل العجلة مع الأرض) .
	المسافة بين العجلات فى حالة العجلات المزدوجة (الدوبل)	فى حالة العجلات المزدوجة تقاس المسافة بين العجلات من منتصف المسافة بين عجلتين مزدوجتين فى احد جانبى الجرار إلى منتصف المسافة بين العجلتين الأخريين فى الجانب الآخر منه ، كما هو موضح بالرسم المقابل .
	الخلوص الأرضى	الخلوص الأرضى هو أقل مسافة بين أدنى نقطة فى المحور وبين مستوى الأرض (بشرط ألا ينغرس أى جزء من الجرار فى الأرض)
	قاعدة اللف	المسافة بين مركزى صرتى العجلتين الأمامية والخلفية .
	ارتفاع الإطار المعدنى	المسافة بين الحافة العليا للإطار المعدنى وبين مستوى الأرض عندما يكون الجرار غير محمل .

الأشكال التخطيطية (الشكل ٢١٩)	الأبعاد	التعريف
	القدرة على تبديل الوضع	أقصى مسافة يمكن لإحدى العجلتين الأماميتين بالجرار المحمل صعودها فى حين تظل العجلة الأخرى ملامسة للأرض .

٢ - السمات المميزة للهياكل الأساسية بالجرارات ذوات العجلات والجرارات المجنزرة :

يمكن التمييز بين الجرارات ذوات العجلات والجرارات المجنزرة لأول وهلة من تصميم الهيكل الأساسى بكل منها . وعجلات الطريق المدارة ، فى الجرارات ذوات العجلات ، تتلامس مع سطح الأرض تلامسا مباشرا ، فى حين تتحرك (تتدحرج) عجلات الجرارات المجنزرة على جنازيرها .

وتتميز الجرارات المجنزرة بجودة التصاقها بالأرض ، مما يمكن من الحصول على قوة جذب أكبر منها فى حالة الجرارات والعجلات . ومن ناحية أخرى ، فنظرا لأن مساحات تلامس الجنازير مع الأرض أكبر منها للعجلات ، فإن الضغط الواقع على الأرض على وحدة المساحة فى الجرار المجنزر أقل بكثير منه فى الجرار ذى العجلات . ويمكن للجرارات المجنزرة العمل فى أراضى المستنقعات ، فى حين تغوص فيها أو تلتصق بها الجرارات ذوات العجلات ، وعلاوة على ذلك فإن الجرارات المجنزرة يمكنها العمل فى الأراضى الوعرة والميول الحادة ، أى أنها تناسب العمل فى الأراضى غير الممهدة عموما .

والجرارات المجنزرة يعيبها ارتفاع معدل تآكل مجموعات الحركة بها وارتفاع استهلاك الوقود . وتعتبر قدرة خرج محركاتها أكبر عادة منها فى الجرارات ذوات العجلات .

وتختلف نظم (أجهزة) القيادة والتوجيه ، والفرملة فى الجرارات المجنزرة عنها فى الجرارات ذوات العجلات . وفيما يلى تفصيل لهذه النظم .

٣ - نظم (أجهزة) القيادة والتوجيه :

(أ) عـــام :

يجب تزويد أية مركبة بجهاز للقيادة والتوجيه حتى يمكن تغيير اتجاهها فى أثناء سيرها . وفى الجرارات ذوات العجلات يتم التوجيه عادة عن طريق العجلات الأمامية . ويتفق هـــذا النظام عموما مع ظروف التشغيل ، كما أنه غير معقد نسبيا .

وقد يتم التوجيه أحيانا ، فى الجرارات التى تستخدم فى الأغراض الخاصة ، عن طريق جميع العجلات . وفى هذا النظام تدخل العجلتان الأماميتان والعجلتان الخلفيتان فى عملية التوجيه .

والجرارات التي تعمل بهذا النظام يمكنها الدوران في أقل مساحة ممكنة ، بمعنى أن يكون قطر دائرة الدوران اللازم مساويا لطول الجرار .

وهناك أنواع عديدة من أجهزة القيادة والتوجيه تستخدم في الجرارات ذوات العجلات ، وهي تعمل كلها بمبدأ واحد هو التوجيه من المحاور الرئيسية لدوران العجلات الأمامية .

جهاز التوجيه من المحور الرئيسي لدوران العجلة الأمامية :

يوضح الشكل ٢٢٠ تصميما لجهاز التوجيه من المحور الرئيسي لدوران العجلة الأمامية . ويتم التوجيه بتدوير عجلة القيادة إلى اليمين أو إلى اليسار ، فتتحول حركتها الدورانية إلى حركة مستقيمة – عن طريق عمود القيادة وترس التوجيه الدودي – تنتقل إلى وصلة الجر (ساعد التوجيه) التي تشغل ذراع التوجيه التحكمية (رافعة التوجيه) . وتتصل هذه الذراع بذراع بمفصل التوجيه (عمود الازدواج) التي تنقل الحركة – هي وذراع مفصل التوجيه الثانية، عن طريق ذراع الازدواج – إلى مفصلي التوجيه اللذين توصل بهما العجلتان الأماميتان . وبهذه الكيفية تنتقل حركة التوجيه من عجلة القيادة إلى العجلتين الأماميتين ، أي أنه عند تدوير عجلة القيادة إلى اليسار يسير الجرار في منحنى أيسر ، وزاوية الدوران عند عجلة القيادة أكبر بكثير منها عند مفصلي التوجيه .

وهكذا يمكن توجيه الجرار (المركبة عموما) بسهولة ودون الحاجة إلى بذل مجهود ملحوظ .

وتتطلب الجرارات التي تحمل معدات قوى كبيرة التوجيه نظرا لأن عرضها الكلي يصبح كبيرا . ولتسهيل عملية التوجيه تفرمل العجلة الخلفية الداخلية بالنسبة للمنحنى المطلوب السير فيه، فيؤدي ذلك إلى نشوء فعل توجيه مساعد .

(ب) أنواع أجهزة القيادة والتوجيه بالجرارات ذوات العجلات :

إلى جانب النظام المألوف للتوجيه من عجلتين – الذي فيه تتصل العجلتان الأماميتان ببعضهما البعض عن طريق وصلات التوجيه ، وتتحركان معا عن طريق ذراع التوجيه المفصلية التحكمية وذراع الازدواج (عمود الدرب) – فإن هناك نظاما للتوجيه من عجلة واحدة يستخدم في الجرارات في الغالب . ويتيح هذا النظام خلوصا أرضيا كبيرا ، نظرا للاستغناء عن وصلات التوجيه التي تقع غالبا تحت مستوى المحرك بكثير ، فضلا عن أن دائرة الدوران اللازمة في هذه الحالة صغيرة عمليا (الشكل ٢٢١) .

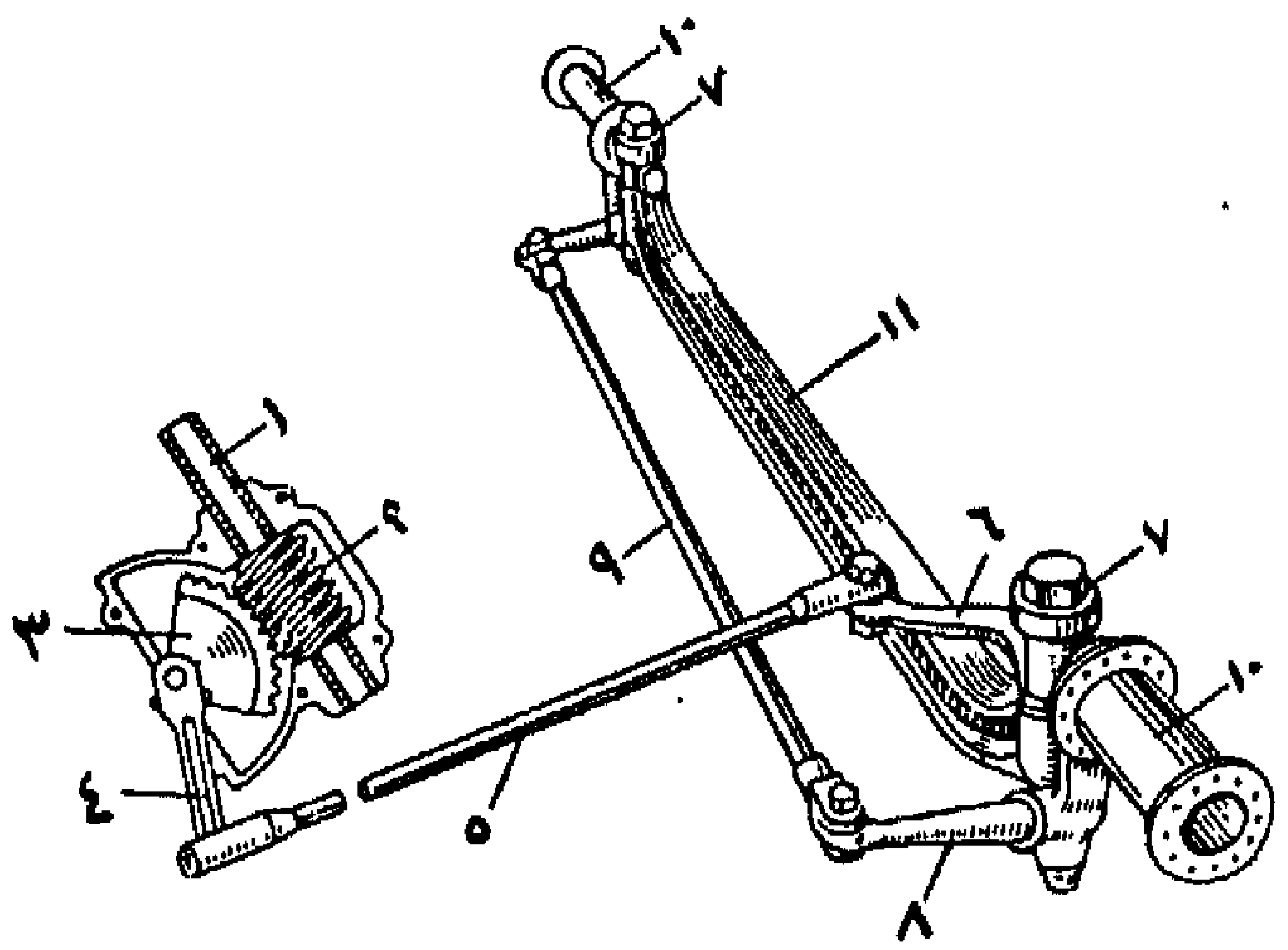
وتتحول الحركة الدورانية في عجلة القيادة والتوجيه، وتنتقل إلى وصلات التوجيه، عن طريق جهاز التوجيه الذي قد يكون واحدا من الأنواع التالية :

- جهاز التوجيه بالترس الدودي والقطاع المسنن .
- جهاز التوجيه بالعمود المقلوظ والصامولة .

- جهاز التوجيه بالأصبع والترس الدودى .
- جهاز التوجيه بالترس الدودى والتابع الدحروجي .

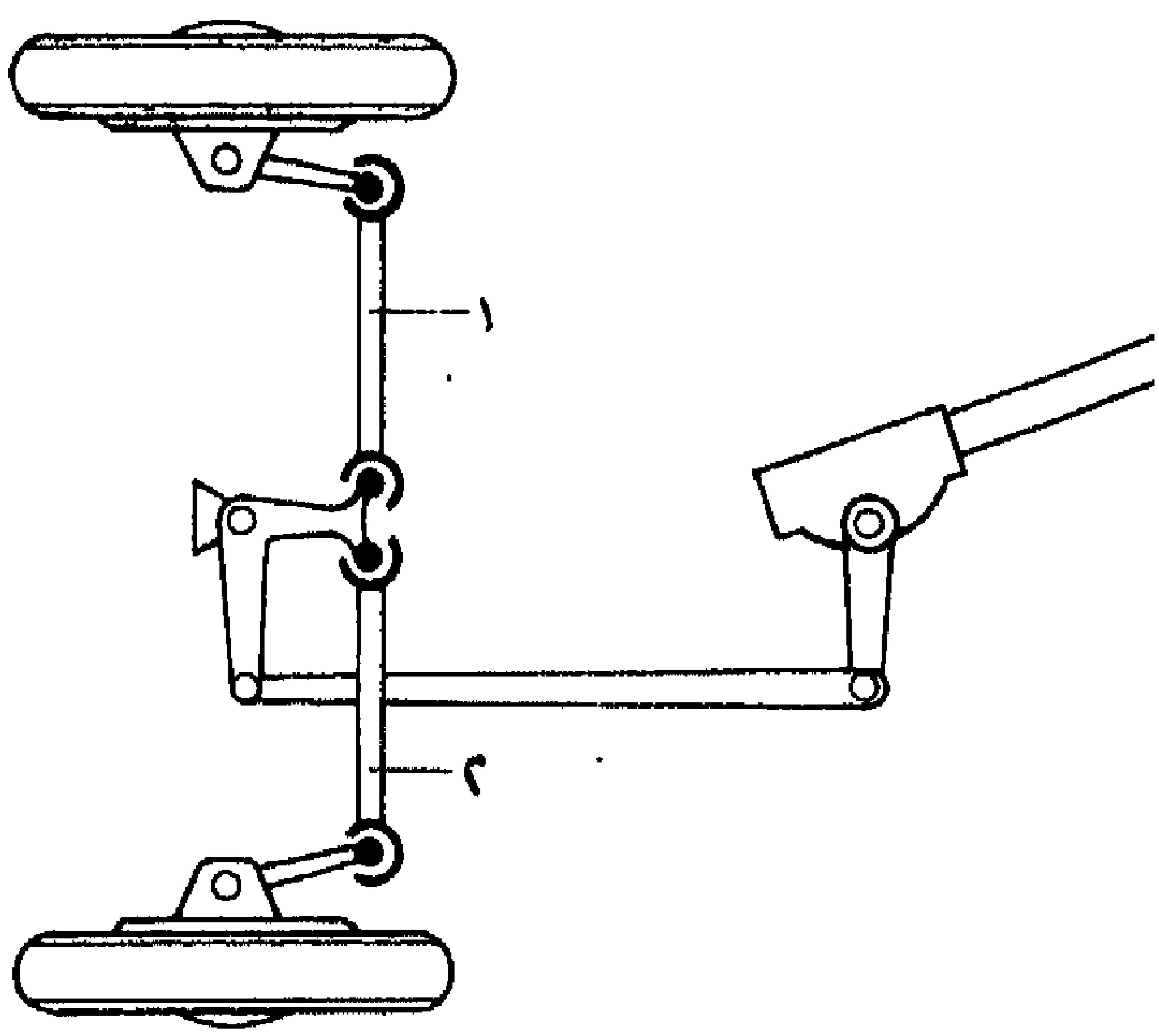
جهاز التوجيه بالترس الدودي والقطاع المسنن (الشكل ٢٢٢) :

وفيه تنتقل الحركة الدورانية فى عجلة القيادة والتوجيه إلى ترس التوجيه الدودى مباشرة عن طريق عمود القيادة . وتتعشق أسنان القطاع المسنن بأسنان الترس الدودى الحلزونية . ويتحرك القطاع المسنن وفقا لاتجاه دوران الترس الدودى مسببا حركة ذراع التوجيه الهابطة جيئة وذهابا ، فتنتقل هذه الحركة إلى وصلة الجر (ساعد التوجيه) .



شكل (٢٢٠) : جهاز التوجيه من المحور الرئيسي لدوران العجلة الأمامية .

١ — عمود القيادة
٢ — ترس التوجيه الدودى
٣ — قطاع التوجيه المسنن
٤ — ذراع التوجيه الهابطة
٥ — وصلة الجر (ساعد التوجيه)
٦ — ذراع التوجيه المفصلية التحكمية
٧ — المحور الرئيسى لدوران العجلة الأمامية
٨ — ذراع مفصل التوجيه
٩ — ذراع الازدواج (عمود الدرب)
١٠ — مفصل التوجيه
١١ — المحور الأمامى (الدنجل) .



شكل (٢٢١) : جهاز التوجيه من عجلة واحدة .

١ — ذراع الازدواج اليمنى
٢ — ذراع الازدواج اليسرى .

ويحمل ترس التوجيه الدودى فى المبيت (العلبة) محملان دفعيان مقاومان للاحتكاك . ويمكن اختبار مدى الفوت (اللعب) المحورى بين الترس الدودى والمبيت بجذب عجلة القيادة والتوجيه .

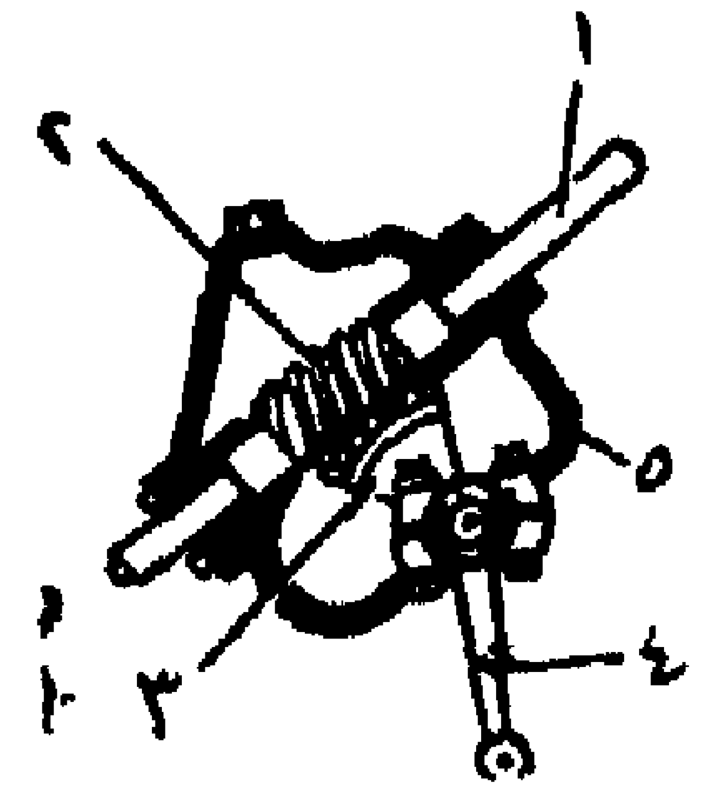
ولا يمكن كفالة التوجيه الآمن للجرار عند ظهور فوت زائد على الحد المقرر . لذلك ينبغى فى هذه الحالة إعادة ضبط الفوت ، ويتم ذلك بضبط المحمل الدفعى المقاوم للاحتكاك .

جهاز التوجيه بالعمود المقلوظ والصامولة (الشكل ٢٢٣) :

وفيه يشغل العمود المقلوظ ، الموجود بعمود القيادة ، بتدوير عجلة القيادة . وتتعشق أسنان العمود المقلوظ بصامولة التوجيه المزودة بعضو منزلق (أو أصبع منزلقة) يتحرك إلى أعلى وأسفل وفقا لحركة أسنان هذا العمود المقلوظ .

وتنتقل هذه الحركة إلى ذراع التوجيه الهابطة ، ومنها إلى وصلة الجر (ساعد التوجيه) .

ومن النادر استخدام هذا النوع من أجهزة التوجيه فى الجرارات الحديثة ، لأنه لا يمكن إعادة ضبط أسنان صامولة التوجيه . ولا يمكن التخلص من الفوت (اللعب) الشديد – الذى يحدث حتما بمرور الوقت – إلا بتغيير الصامولة أو بتجديد أسنانها .

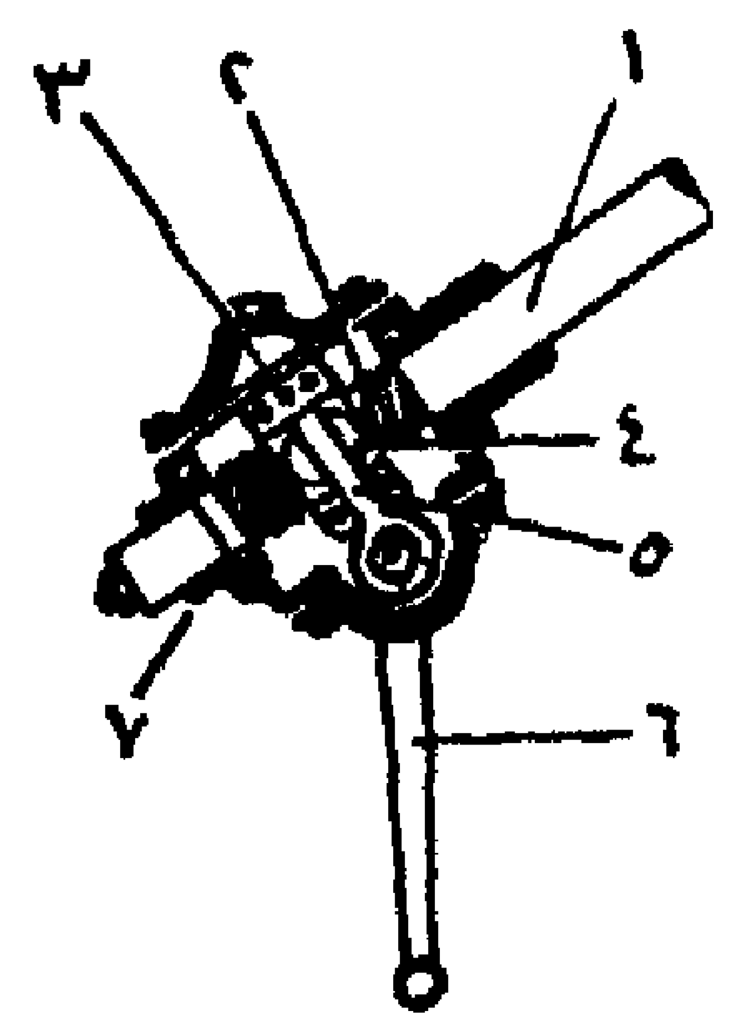


شكل (٢٢٢) : التوجيه بالترس الدودى والقطاع المسنن .

١ – عمود القيادة ٢ – ترس التوجيه الدودى
٣ – القطاع المسنن ٤ – ذراع التوجيه الهابطة
٥ – مبيت (علبة)

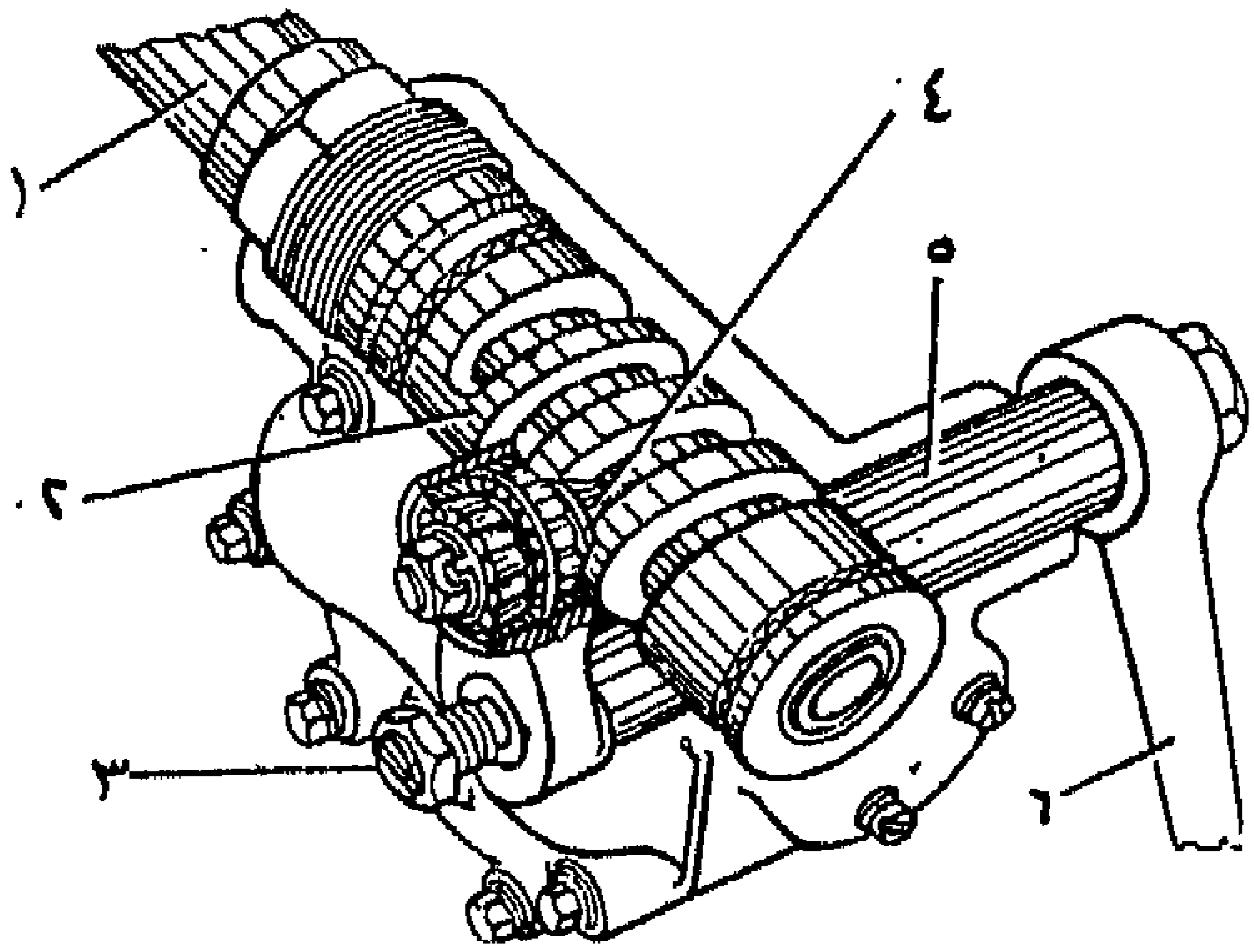
جهاز التوجيه بالأصبع والترس الدودى (الشكل ٢٢٤) :

يستخدم فى هذا النوع من أجهزة التوجيه عمود قيادة به ترس دودى تنتقل إليه حركة التوجيه الدورانية من عجلة القيادة . وتتعشق أصبع التوجيه بأسنان الترس الدودى ، لتنقل الحركة الدورانية إلى ذراع التوجيه الهابطة عن طريق العمود المترجح .



شكل (٢٢٣) : التوجيه بالعمود المقلوظ والصامولة .

١ – عمود القيادة ٢ – عمود التوجيه المقلوظ
٣ – صامولة التوجيه ٤ – العضو المنزلق
٥ – ذراع بشوكة ٦ – ذراع التوجيه الهابطة
٧ – علبة



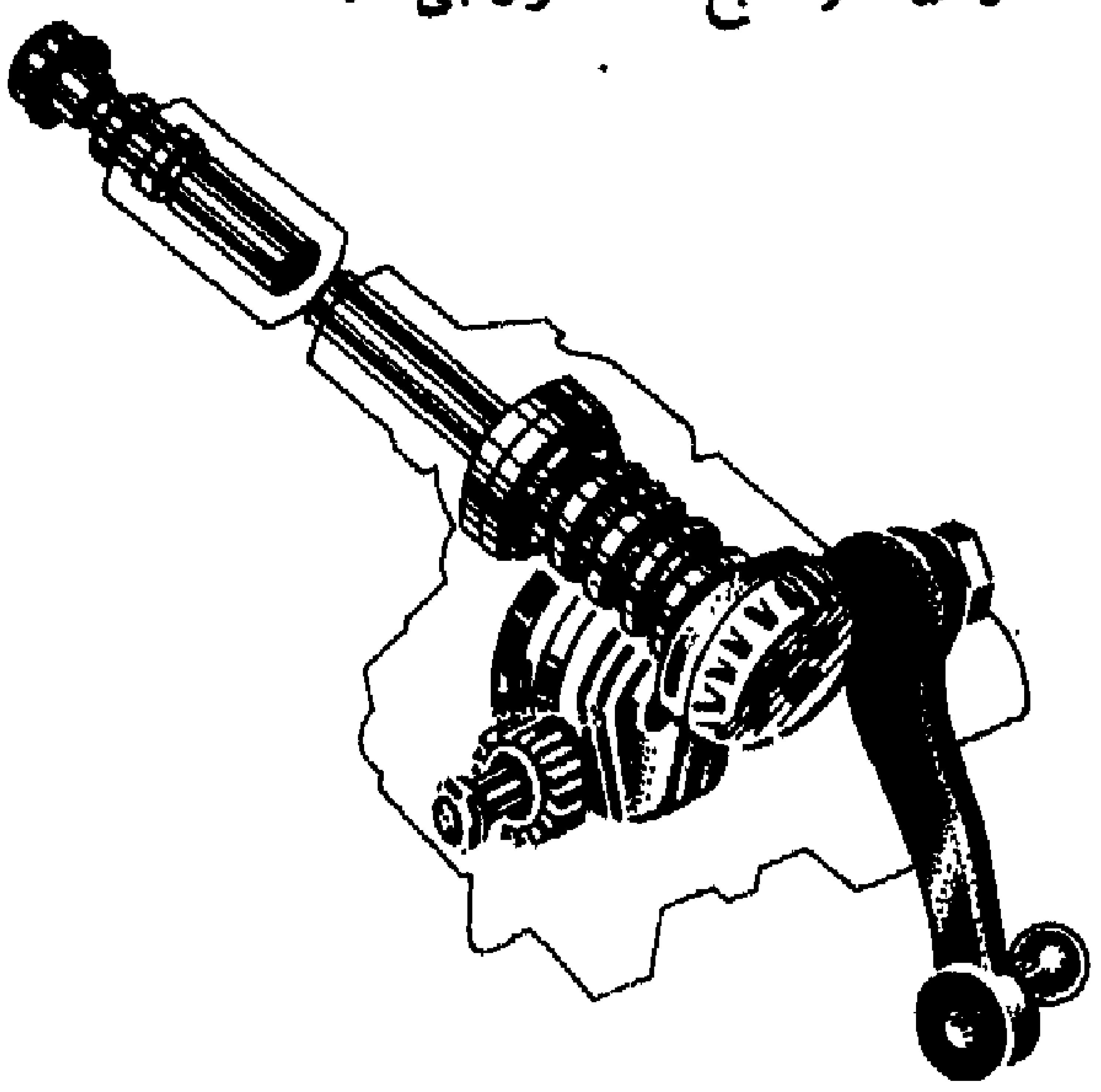
شكل (٢٢٤) : التوجيه بالإصبع والترس الدودى .
١ – عمود القيادة
٢ – ترس التوجيه الدودى
٣ – مسمار ضبط مقلوظ
٤ – اصبع التوجيه
٥ – العمود المترجح
٦ – ذراع التوجيه الهابطة

وهذا الجهاز يمكن تشغيله بسهولة ، كما أنه لا يتعرض للتآكل إلا بمعدل بطيء . وهو يستخدم بكثرة فى الجرارات نظرا لندرة انتقال الصدمات فيه إلى عجلة القيادة .

جهاز التوجيه بالترس الدودى والتابع الدحروجى (الشكل ٢٢٥) :

وفيه يتعشق تابع دحروجى ، مشكل تشكيلا مناسبا ، بترس التوجيه الدودى الموجود بعمود القيادة . وبتدوير الترس الدودى يتحرك التابع الدحروجى تبعا لذلك ناقلا حركته إلى ذراع التوجيه الهابطة .

شكل (٢٢٥) : التوجيه بالترس الدودى والتابع الدحروجى .



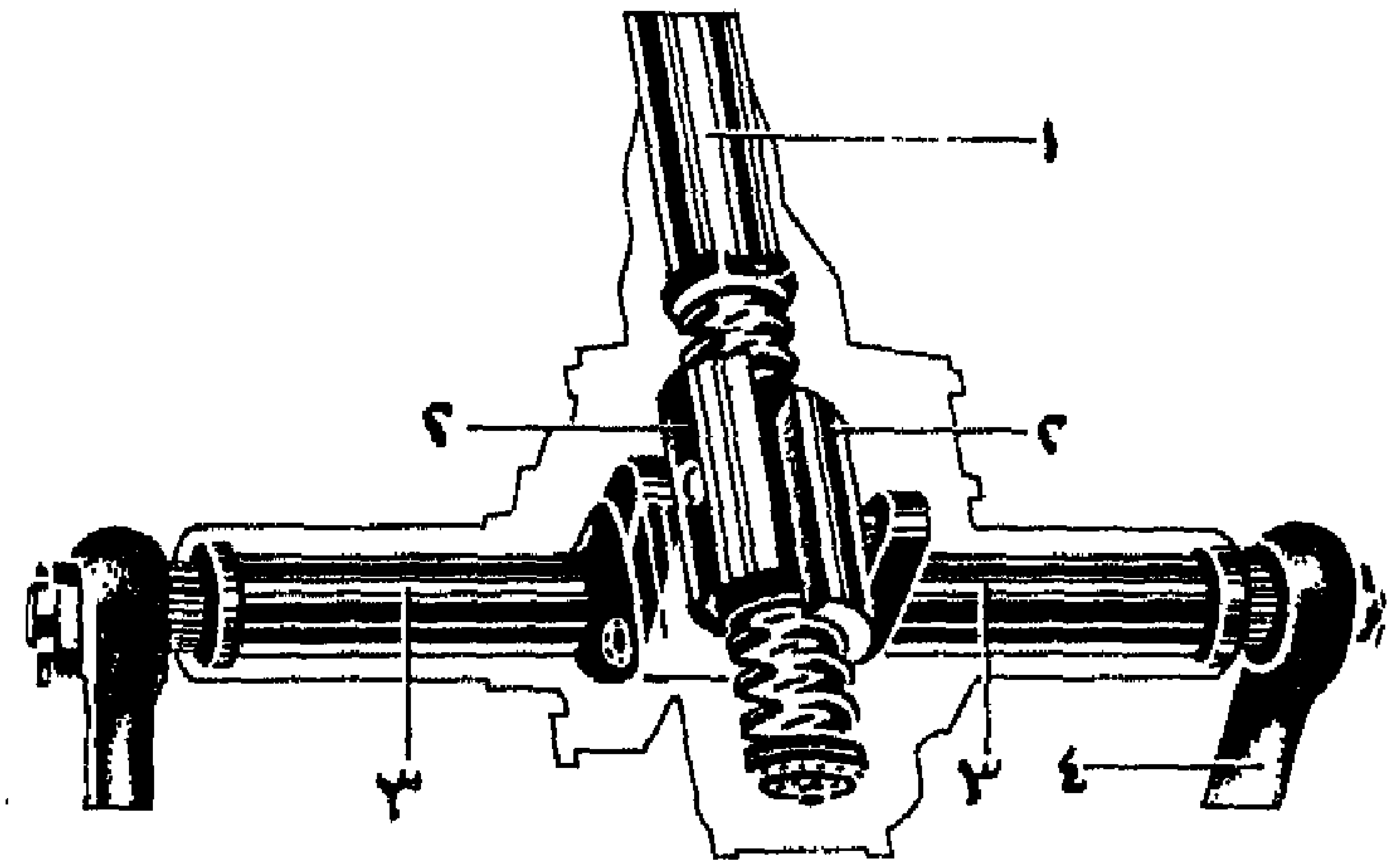
ونظرا لوجود مساحات تلامس كبيرة بين ترس التوجيه الدودى وبين التابع الدحروجى، فإنه يمكن الحصول على أفضل خصائص للتوجيه مع أدنى معدل للتآكل .

نظام التوجيه من عجلة واحدة :

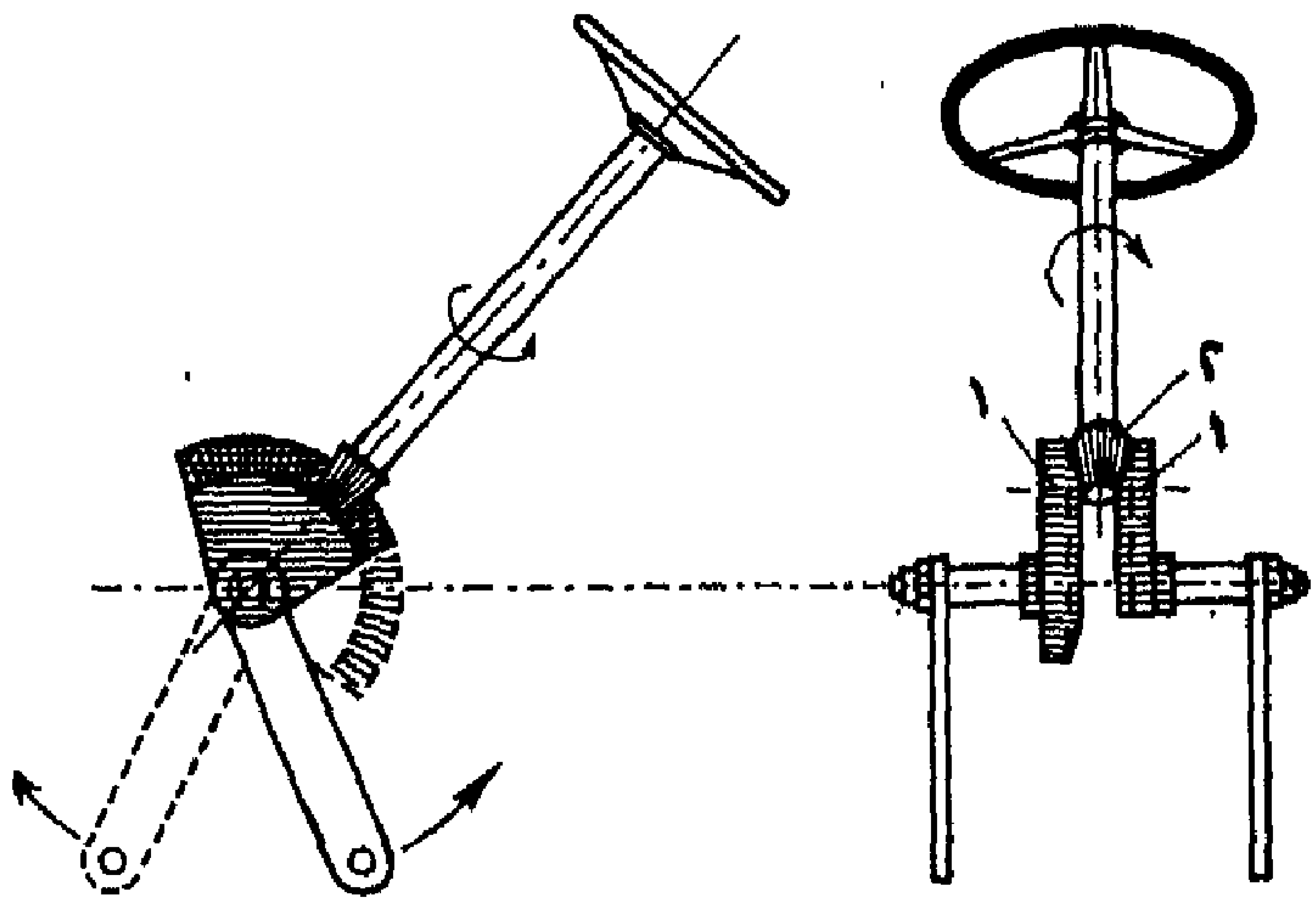
لهذا النظام من التوجيه توجد كذلك أجهزة توجيه عديدة ، ومن أشهر أنواعها استخداما جهاز التوجيه طرز «ZF» وبه صامولة توجيه منقسمة إلى قطاعين أحدهما أيمن والآخر أيسر (الشكل ٢٢٦) .

ويتم توجيه العجلتين الأماميتين عن طريق ذراعى الازدواج اللتين تعمل كل منهما مستقلة عن الأخرى .

وقطاعا صامولة التوجيه ، الأيمن والأيسر ، يحيطان جزئيا بعمود الإدارة المقلوظ لينقلا الحركة الدورانية إلى ذراعى الازدواج الخاصتين بالتوجيه .



شكل (٢٢٦) : جهاز التوجيه من عجلة واحدة (طرز ZF) .
١ — عمود القيادة
٢ — قطاع صامولة التوجيه
٣ — ذراع الازدواج
٤ — ذراع التوجيه الهابطة



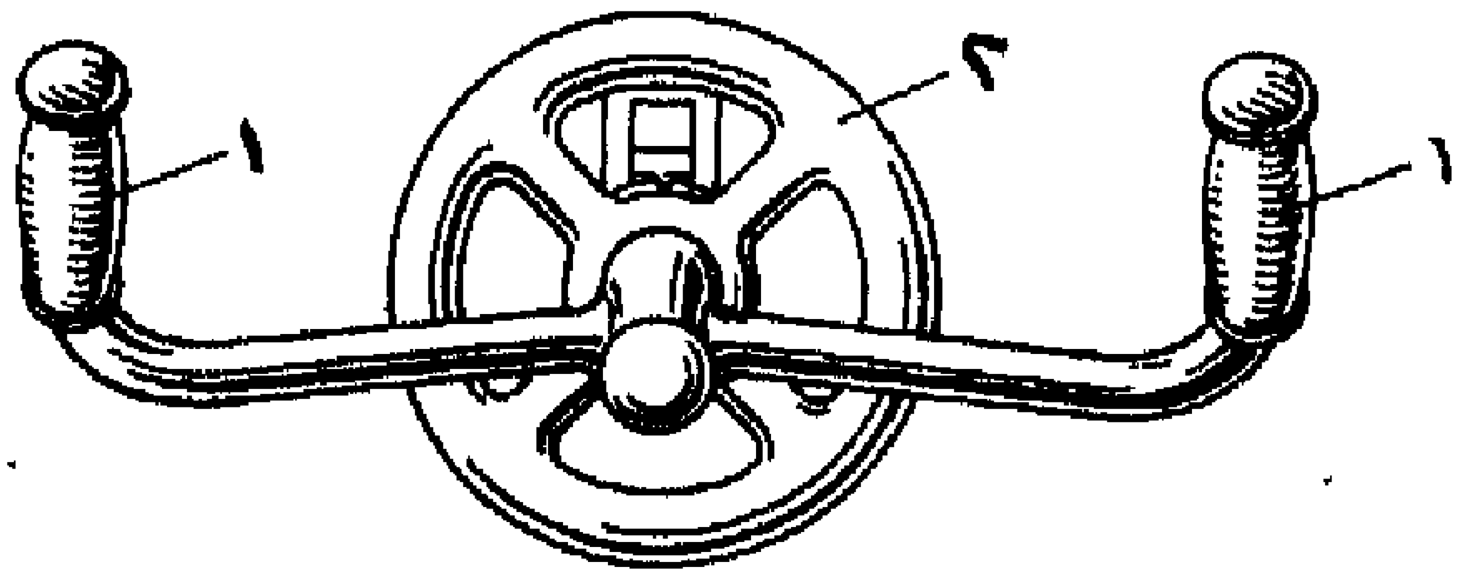
شكل (٢٢٧) : جهاز التوجيه بذراعين وقطاعين مسننين بأسنان مخروطية .
١ — قطاعان مسننان بأسنان مخروطية
٢ — ترس بنيون مخروطى

وقد تزود الجرارات أحيانا بجهاز توجيه بذراعين ، وقطاعين مسننين بأسنان مخروطية (الشكل ٢٢٧) . وفى هذا الجهاز يتعشق ترس البنيون المخروطى بعمود الإدارة المتصل بعمود القيادة . وعند التوجيه يدور ترس البنيون ليحرك القطاعين المسننين بالأسنان المخروطية فى الاتجـاه المضاد . ويتصل هذان القطاعان بذراعى التوجيه الهابطتين بحيث يدور مفصلا التوجيه بوساطة ذراع الازدواج وذراع التوجيه المفصلية التحكمية .

(ج) أنواع أجهزة القيادة والتوجيه بالجرارات المجنزرة :

يجرى توجيه الجرارات المجنزرة عموما بفعل الفرق بين سرعتى الجنزيرين . فإذا تحرك الجنزير الأيسر مثلا بسرعة أقل من سرعة تحرك الجنزير الأيمن ، فإن الجرار يدور حينئذ إلى اليسار . ويتحدد قطر دائرة الدوران من الفرق بين سرعتى الجنزيرين الداخلى والخارجى . وللدوران فى أحد الاتجاهين تزداد سرعة الجنزير الخارجى ، بينما تقل سرعة الجنزير الداخلى بالقدر نفسه .

ويقوم سائق الجرار بتوجيهه بوساطة عجلة القيادة ، تماما كما فى حالة الجرارات ذوات العجلات ، أو بوساطة يدين للتوجيه (الشكل ٢٢٨) أو عصىّ توجيه .



شكل (٢٢٨) : يدا التوجيه .
١ – يد التوجيه
٢ – عجلة الفرملة اليدوية

والمناورة بالجرار تتوقف على طول الجنزير والمسافة بين منتصفى (محورى) الجنزيرين فضلا عما تتسم به أجهزة التوجيه المتعددة من خصائص . لذلك ينبغى على كل سائق جرار جمع المعلومات الكافية عن وظائف آليات التوجيه المختلفة حتى يمكن الاعتماد عليه فى القيادة والمحافظة على سلامة المحرك الثمين . ويشيع استخدام أجهزة التوجيه التالية فى الجرارات المجنزرة :

- جهاز التوجيه بالقابض والفرملة .
- جهاز التوجيه الفرقى .
- جهاز التوجيه من صندوق التروس (آليات توجيه كليتراك) .

جهاز التوجيه القابض والفرملة :

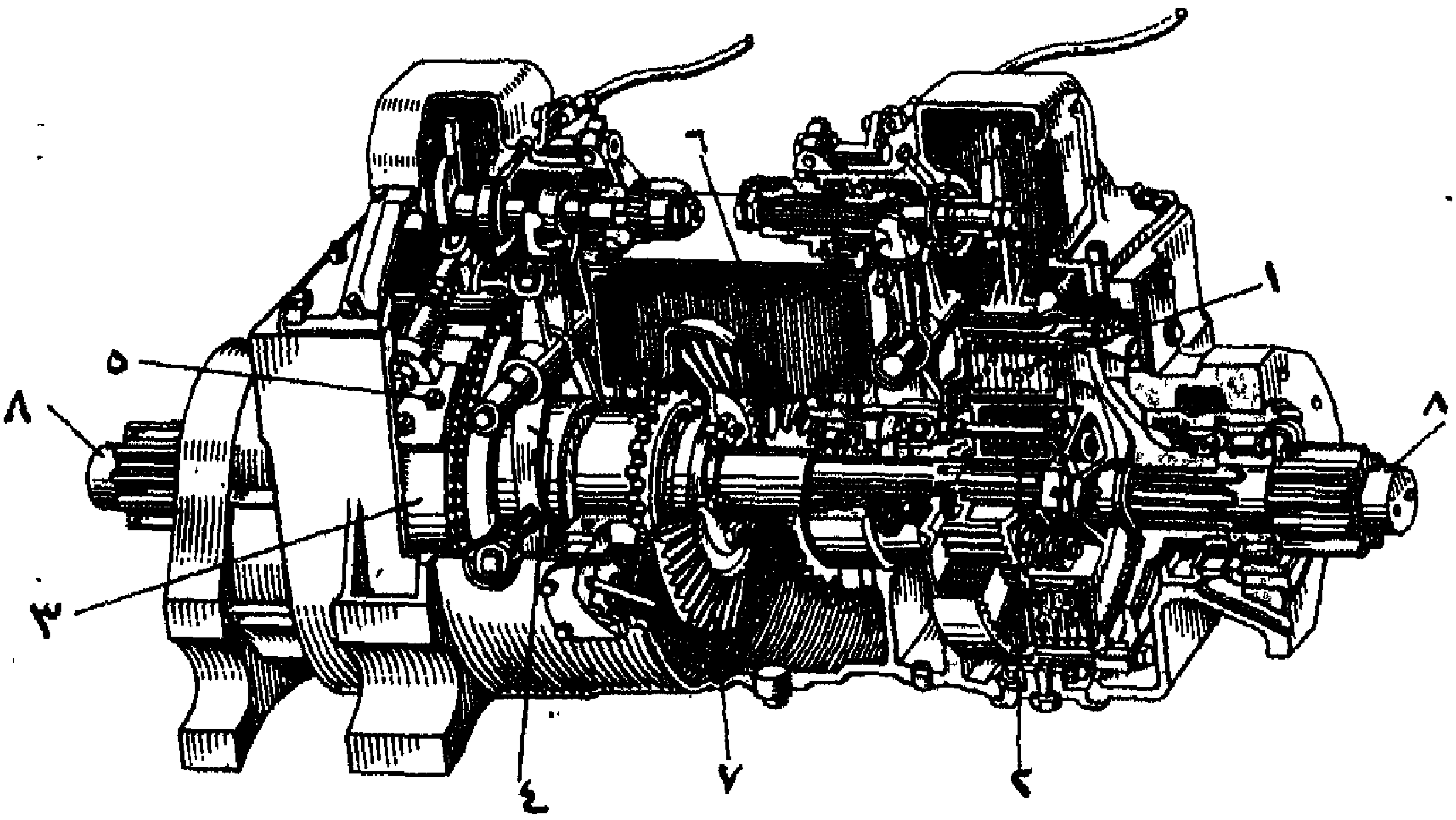
يتكون هذا الجهاز أساسا من قابضين للتوجيه ، وكل منهما يتكون بدوره من عدد من الأقراص الصلب . فإذا تحرك الجرار فى اتجاه مستقيم تضغط اليايات أقراص كل من القابضين فى مقابلة بعضها البعض ضغطا منتظما . وعند الدوران يفصل تعشيق القابض ، الموجود فى الجهة الداخلية من المنحنى ، جزئيا أو كليا بحيث تقل القدرة المنقولة أو تنقطع الحركة كلية عن مجموعة نقل

الحركة . وللحصول على دائرة دوران بنصف قطر صغير ، فإنه يمكن فرملة قابض التوجيه . ولهذا الغرض يوصل القابض بعمود إدارة العجلة المسننة ويزود بوسيلة فرملة (الشكل ٢٢٩) .

وبالاختصار ، فإنه عند الدوران يوقف الجنزير الداخلى عن التحرك ويفرمل ، فى حين يستمر الجنزير الخارجى فى التحرك بالسرعة المحددة .

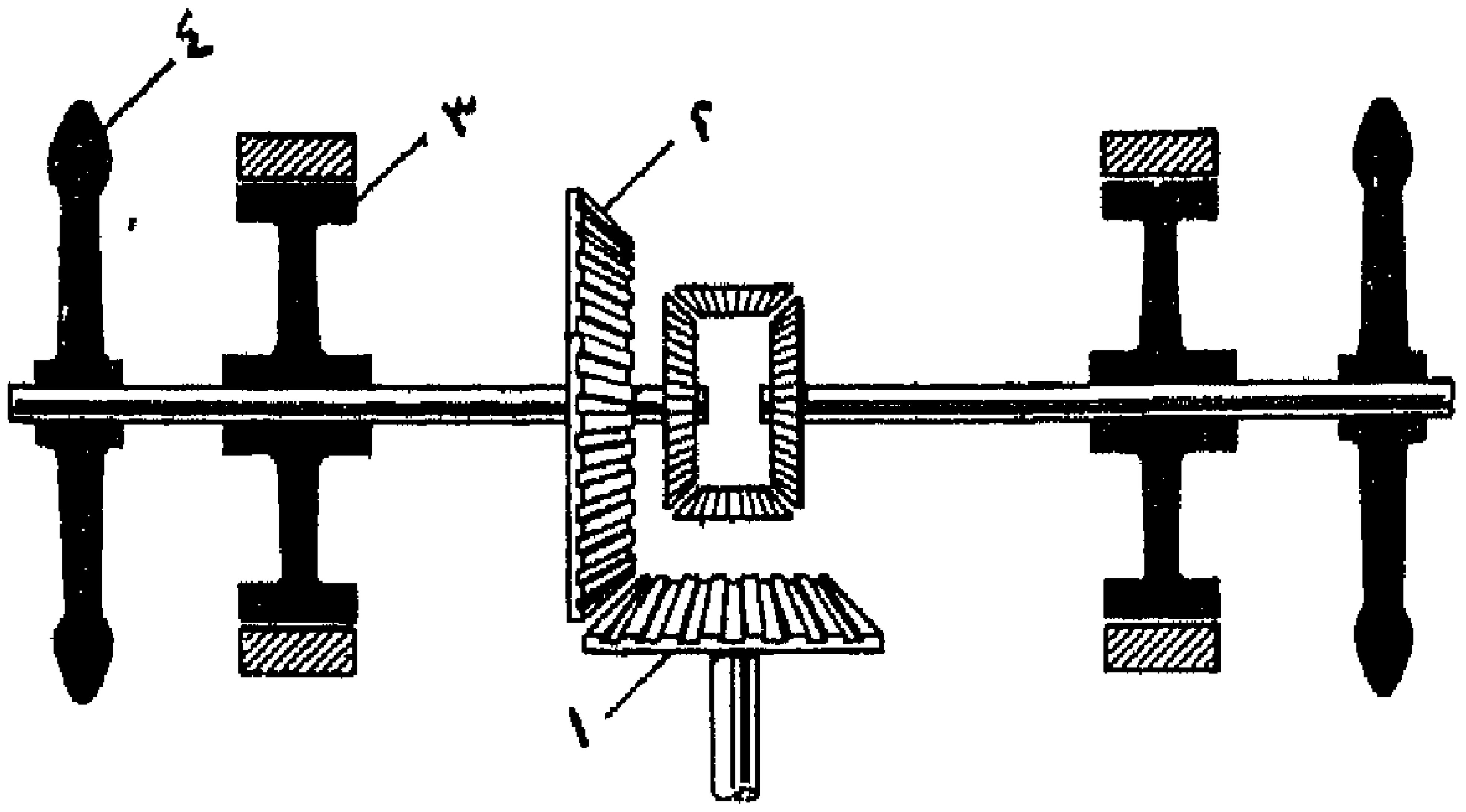
جهاز التوجيه الفرقى :

يتضح من الشكل ٢٣٠ أن فرملتى التوجيه مركبتان على المحورين المؤديين إلى عجلتى الادارة المسننتين . وعند الدوران تشغل فرملة التوجيه المطلوبة . والقدرة الفرملية اللازمة لحصول على التأثير الفرملى تتناسب مع نصف قطر دائرة الدوران المنتخب ، ويمكن زيادتها حتى تتوقف عجلة الإدارة المسننة عن الحركة كلية . ويدل هذا على أنه يمكن الدوران حول الجنزير الموجود فى الجهة الداخلية من دائرة الدوران . ويحدث فى التوجيه بهذا الجهاز أكبر فقد نسبى فى القدرة (بالنسبة لأجهزة التوجيه الأخرى) ، فضلا عن كبر التآكل فى بطانة (تيل) الفرامل .

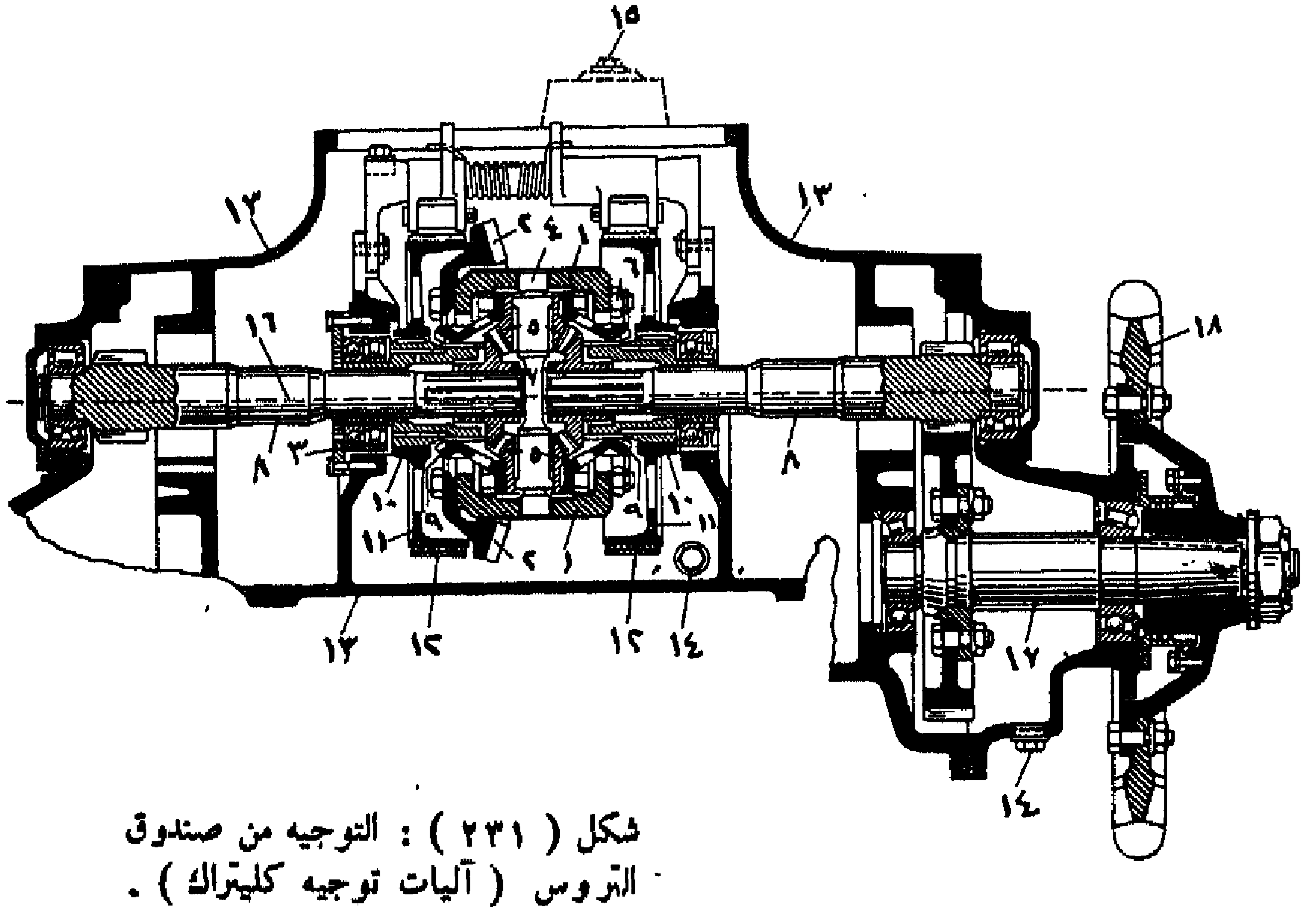


شكل (٢٢٩) : التوجيه بالقابض والفرملة .

١ – أقراص من الصلب
٢ – ياى القابض
٣ – غطاء القابض
٤ – آلية الإعتاق
٥ – وسيلة الفرملة
٦ – الترس المخروطى المدير
٧ – الترس التاجى
٨ – محور عجلة إدارة الجنزير المسننة (عجلة الاسبروكت) .



شكل (٢٣٠) : رسم تخطيطي لتمثيل التوجيه الفرق .
١ – الترس المخروطي المدير .
٢ – الترس التاجي .
٣ – فرملة التوجيه
٤ – عجلة إدارة الجنزير المسننة



شكل (٢٣١) : التوجيه من صندوق التروس (آليات توجيه كليتراك) .

١ – القفص الفرق
٢ – الترس التاجي
٣ – محمل مقاوم للاحتكاك
٤ – مسمار فرقي
٥ ، ٦ – ترسا البنيون الفرقيان
٧ – مسامير القفص المقلوظة
٨ – عمود فرق لمجموعة إدارة الجنزير
٩ ، ١٠ – تروس التحكم الفرقية
١١ – قرصا الفرملة
١٢ – شريطا الفرملة (يجذب كل واحد منهما على حدة بوساطة العجلة اليدوية)
١٣ – مبيت صندوق التروس (الصندوق)
١٤ – سدادة تصريف الزيت
١٥ – سدادة فتحة الملء
١٦ – مستوى الزيت
١٧ – عمود بشفة (بفلانشة)
١٨ – عجلة إدارة الجنزير المسننة (عجلة الاسبروكت)

جهاز التوجيه من صندوق التروس (آليات توجيه كليتراك) :

يتفق الشكل العام لهذا الجهاز أساسا مع جهاز فرقى مزدوج . ومن ثم فقد يعرف هذا الجهاز كذلك باسم جهاز التوجيه الفرقى المزدوج . ويمكن تشغيل فرملة لكل عمود مدير للتقليل من سرعته حتى يمكن توجيه الجرار (المركبة عموما) . ومن الوصف التالى لأحد المنتجين لهذا الجهاز يمكن شرح عمل جهاز التوجيه من صندوق التروس (انظر الشكل ٢٣١) :

يستمد القفص الفرقى (١) حركته من المحرك عن طريق الترس التاجى (٢) . وهو (أى القفص) يدور حول محورى ارتكاز مجوفين مركبين على محملين مقاومين للإحتكاك (٣) ومثبتين بإحكام بمبيت صندوق التروس (١٣) . ويصطحب القفص (١) معه فى أثناء دورانه المسمار الفرق (٤) المركب عليه ترسا البنيون المخروطيان الفرقيان (٥) بكيفية تمكنهما من الدوران بحرية . ونصفا القفص مثبتان بإحكام بالترس التاجى (٢) بوساطة المسامير المقلوظة (٦) . ويتعشق الترسان المخروطيان الفرقيان (٥) بالترسين المخروطيين الفرقيين (٧) المثبتين بإحكام بالعمودين الفرقيين (٨) اللذين يحركان بدورهما الجنزيرين بنسبة نقل معينة .

ومجموعة التروس الفرقية تشبه فى تصميمها إلى حد بعيد تلك المجموعة المستخدمة فى السيارات . ويركب فى صرتى الترسين المخروطيين الفرقيين (٥) ترسان فرقيان تحكميان (٩) قطرهما كبير بحيث يبرزان قليلا من القفص فى كلا الجانبين . ولهذا الغرض يزود الجدار الجانبى للقفص (١) بفتحات مناسبة . ويتعشق الترسان الفرقيان التحكميان الكبيران (٩) بترسين فرقيين تحكميين صغيرين (١٠) مركبين على محورى ارتكاز مجوفين فى كلا جانبى القفص بحيث يمكنهما الدوران بحرية . وتزود صرتا الترسين (١٠) بقرصى فرملة .

وعند تدوير عجلة القيادة ومعها كامة التوجيه — التى لها سطحان حلزونيان ، والمثبتة بعمود الإدارة الخلص بالتوجيه — يشد أحد شريطى (طوقى) الفرملة (١٢) ، حسب الطلب ، فيتوجه الجرار إلى الجهة المطلوبة . وعند تثبيت عجلة الفرملة اليدوية الموجودة تحت عجلة القيادة ينجذب شريطا (طوقا) الفرملة (١٢) فى الوقت نفسه فيفرمل الجرار (المركبة عموما) . وتستخدم عجلة الفرملة اليدوية كذلك فى ضبط الحركة الحرة لعجلة القيادة . وعند شد أحد شريطى (طوقى) الفرملة ، وليكن الأيمن مثلا ، يحتجز الترس التحكمى الفرقى (١٠) الأيمن . ونتيجة لدوران القفص (١) يتدحرج الترسان التحكمان الفرقيان (٩) على محيطى الترسين المخروطيين (١٠) . وبالتالى يجبر ترسا البنيون المخروطيان الفرقيان (٥) — اللذان يدوران مع القفص (١) حول المحور الخلفى — على الدوران كذلك حول المسمار الفرقى (٤) .

ونتيجة لذلك فإن أسنان ترسى البنيون الفرقيين الصغيرين (٥) — التى تكون حينئذ فى الجانب الأيمن — تنخفض سرعتها بالنسبة لسرعة دوران القفص (١) ، فى حين تزداد سرعة الأسنان التى تكون موجودة فى الجانب الأيسر . ويتبع ذلك حمل ترس البنيون المخروطيين

الفرقيين (٧) المعشقين بهذه الأسنان على الدوران مع محوريهما بسرعات مختلفة ، بحيث تنخفض سرعة ترس البنيون الأيمن فى حين تزداد سرعة ترس البنيون الأيسر . وهكذا تتناقص سرعة الجنزير الأيمن ، بينما تتزايد سرعة الجنزير الأيسر بالمعدل المناظر ، أى أن الجرار يتحرك إلى اليمين .

ويتحرك الجنزيران حركة موجبة بحيث لا يكون هناك أى فقد فى القدرة فى جهاز التوجيه . وبعد ذلك يستعيد الجرار سرعته .

ويتميز هذا النوع من أجهزة (آليات) التوجيه بما يلى :

١ – لا يمكن للجرار الدوران وهو فى مكانه ، إذ لابد للجنزير من أن يتبع مسارا دائريا حتى ولو كان منحنى الدوران أقل ما يمكن . وبذلك يمكن حفظ الجنزير من التآكل الذى يحدث عند دوران الجرار فى مكانه ، لأنه لا يتعرض فى هذه الحالة لضغط التربة الجانبى الشديد عليه . كما أن الجرار لا يتسبب فى حفر فجوات فى الأرض (الحقل) أو إتلاف سطح الطريق .

٢ – لا يحدث فرق فى القدرة عند خطاف الجر لاختلاف سرعتى الجنزيرين . فقدرة الجر التى يفقدها أحد الجنزيرين المتحرك بسرعة يكتسبها الجنزير الآخر المتحرك ببطء . وبفضل استخدام الجرار المجنزر فى الأعمال التى تتطلب قدرة جر كاملة عند السير فى المنحنيات مثل : الحرث ، والعزق ، والتسوية ، وتسليف التربة (أى تمهيدها وتسويتها) ، ونقل الأحمال – فيما عدا عمليات الحرث المألوفة . وذلك لأنها تستطيع التحرك فى المنحنيات الصغيرة دون فقد فى القدرة .

وفى الأراضى المبتلة ، أو الزلقة ، أو الشديدة الصلابة ، قد لا يستجيب الجنزيران لفعل التوجيه المبذول نتيجة لانزلاق أحدهما على الأرض . وحينئذ يفشل الجرار فى اتباع دائرة الدوران المطلوبة . وفى هذه الحالة تركب بالجنزيرين كباشات خاصة .

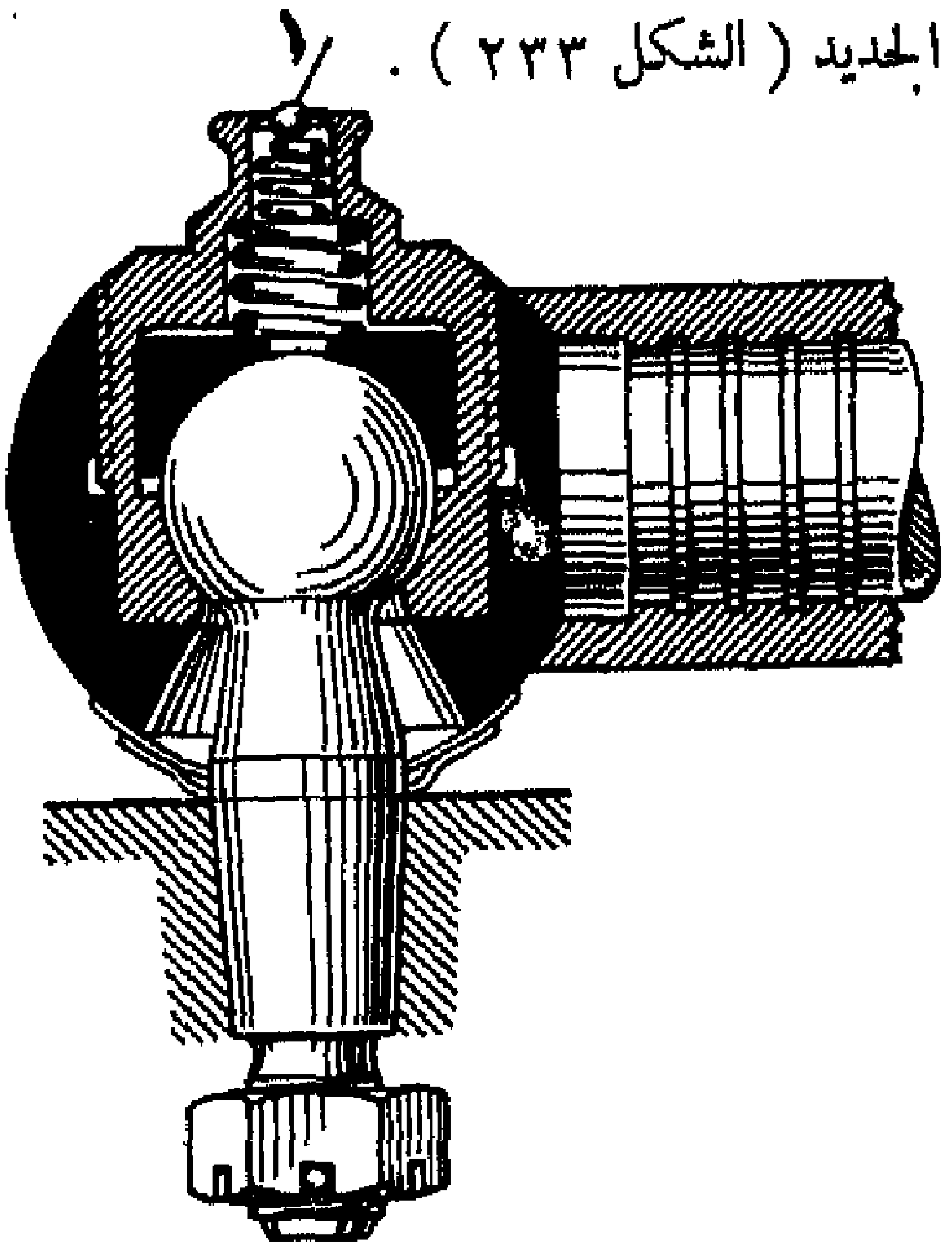
وينبغى جعل الحركة الحرة لعجلة القيادة فى أضيق الحدود . وإذا أحس السائق بتوقف عجلة القيادة عند تدويرها دون أن يستجيب الجنزير لفعل التوجيه ، فحينئذ يجب ضبط الحركة الحرة لعجلة القيادة لتكون سدس لفة إلى اليسار وسدس لفة إلى اليمين ، وذلك بتدوير عجلة الفرملة فى اتجاه دوران عقارب الساعة .

وإذا تآكل أحد شريطى (طوق) الفرملة أكثر من الآخر فيستدل على ذلك بعدم استجابة الجنزير لفعل التوجيه إلى أحد الجانبين عندما تدور عجلة القيادة حتى المصد ، بالرغم من انضباط حركتها الحرة . وفى هذه الحالة يجب إعادة ضبط شريط الفرملة المتآكل . ولهذا الغرض يفك مقعد السائق وتكشف فتحة الاختبار الصغيرة الموجودة فى غطاء مبيت صندوق التروس ، ومن ثم يسهل الوصول إلى صامولتى الضبط والمرفق .

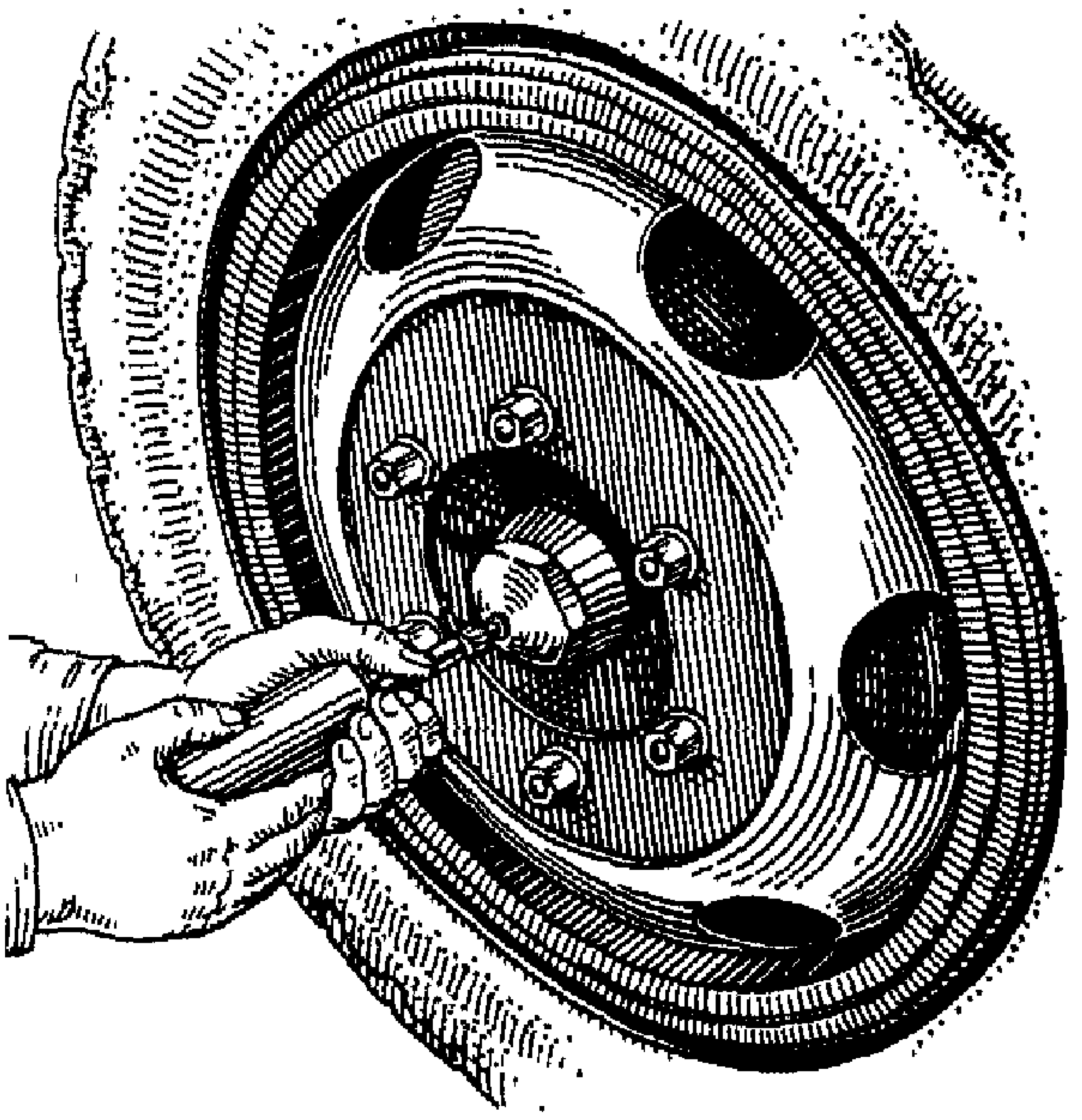
(الوصف السابق والرسم التخطيطى مقدمان من :
(VEB Brandenburger Traktorenwerk, Brandenburg/Havel, GDR)

(د) ملاحظات تتعلق بالصيانة والإصلاح :

١ – التشغيل الآمن ، الذى يعول عليه ، يتوقف إلى حد بعيد على الأداء السليم لأجهزة التوجيه وآلياته . لذلك يجب اختبار الأداء السليم لهذه الأجهزة بصفة منتظمة قبل بدء العمل بالجرار . وينبغى تشحيم الوصلات الكروية والمسمارين الرئيسيين لمحورى دوران العجلتين الأماميتين تشحيما جيدا بعد كل خمس ساعات من ساعات التشغيل ، أما بقية المواضع فتشحم بعد كل عشر ساعات منها (انظر شكل ٢٣٢) . ويجرى ذلك بملء مواضع التشحيم (المشاحم) بوساطة مضخة تشحيم يدوية (تعرف كذلك باسم المشحمة أو السرنجة) حتى يظهر منها الشحم الجديد (الشكل ٢٣٣) .



شكل (٢٣٢) : وصلة كروية(مفصل كروى) تصل ذراع التوجيه بالذراع التوجيهية .
١ – موضع التزييت .



شكل (٢٣٣) : التشحيم بمضخة تشحيم يدوية (سرنجة) .

وينبغى الالتزام بخريطة التشحيم والتزييت الواردة بكتيب إرشادات التشغيل .

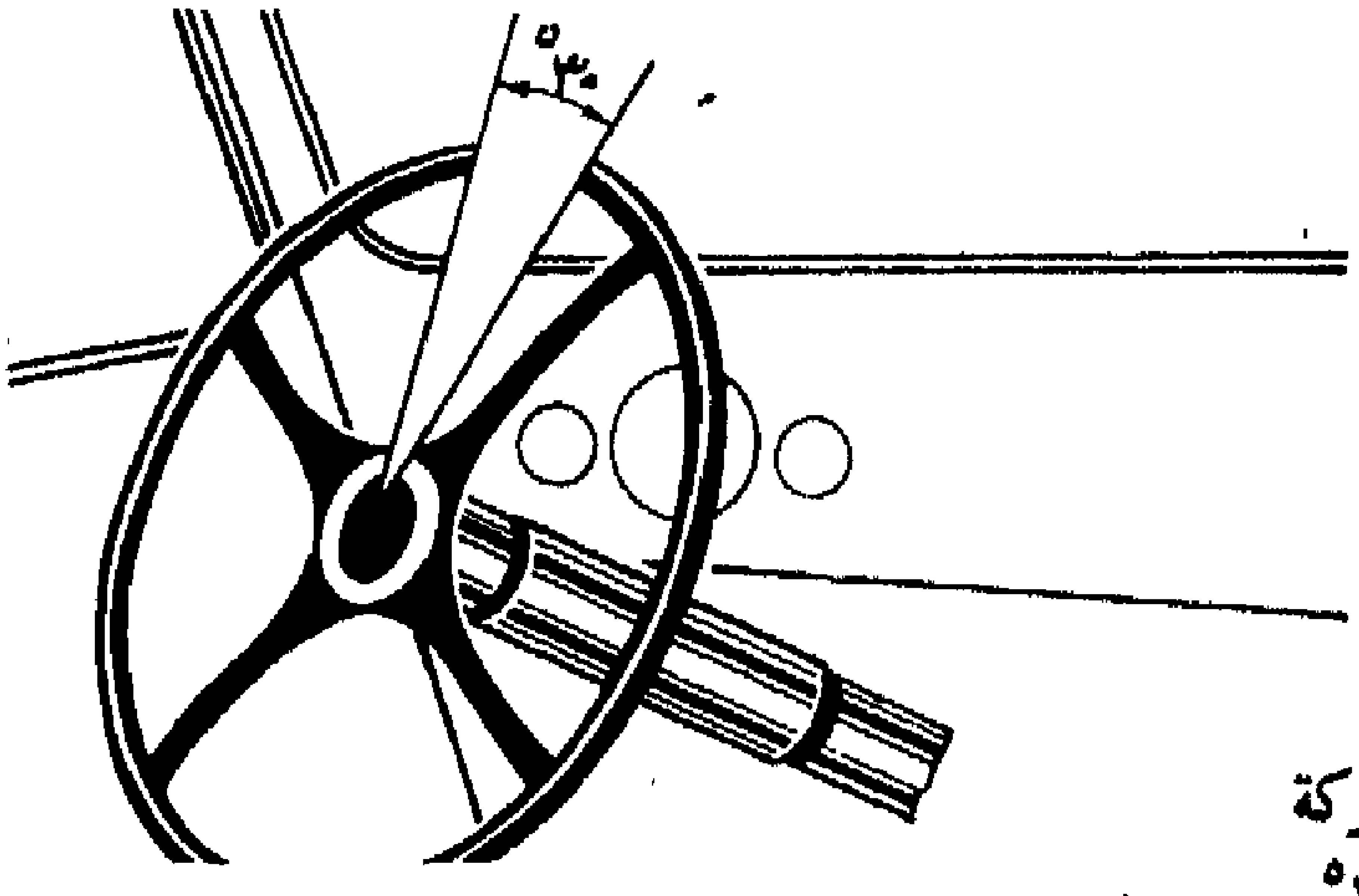
٢ – يملأ جهاز التوجيه بكمية معينة من الشحم أو الزيت ، وينبغى استكماله فى فترات منتظمة .

٣ – يجب اختبار وسائل التثبيت المقلوظة ، والتأكد من إحكام رباطها ، بعد كل ٥٠ ساعة من ساعات التشغيل ، ويحكم رباط المسامير المقلوظة والصواميل إذا تطلب الأمر ذلك .

٤ – ينبغى التخلص على الفور من أية تلفيات قد تحدث فى أجزاء جهاز التوجيه . ونظراً لأن هذه الأجزاء تكون عادة مخمرة تخميرا حراريا ، لذلك يجب عدم استعدالها إلا على البارد .

ولتوفير الأمان يجب عدم لحام الأجزاء المكسورة ، وإنما تستبدل بها أجزاء أخرى جديدة . ويجب عدم استخدام التيل المشقوقة إلا مرة واحدة فقط .

٥ – لكل عجلة قيادة حركة حرة تعرف بأنها الحركة الدورانية التي تنتقل إلى جهاز التوجيه. وفي أثناء التشغيل ، وبمرور الوقت ، تزداد هذه الحركة الحرة بسبب التآكل ، وقد تتعدى الحد المسموح به . وأقصى قيمة للحركة الحرة هي ٣٠° للجرارات التي تسير في المعتاد ببطء ، وهي تقدر تقريبا بعرض اليد الواحدة (الشكل ٢٣٤) .



شكل (٢٣٤) : أقصى قيمة للحركة الحرة في عجلة القيادة بالجرارات هي ٣٠°.

ولكل نوع من أجهزة التوجيه طريقته الخاصة لضبطه :

ضبط جهاز التوجيه بالترس الدودي والقطاع المسنن :

يختبر الفوت (اللعب) المحوري بين ترس التوجيه الدودي وبين العضو المقابل له بجذب عجلة القيادة . ويتم التخلص منه بإعادة ضبط المحمل الدفعي المقاوم للاحتكاك . ويستخدم لهذا الغرض عادة مفتاح ربط خاص . وتنبغي ملاحظة عدم ربط المحمل الدفعي المقاوم للاحتكاك أكثر من اللازم ، وإلا ازداد معدل التآكل بشكل ملحوظ ، ويوصى باختبار الفوت (اللعب) عدة مرات في أثناء الضبط .

وبمرور الوقت تتآكل أسنان القطاع المسنن الوسطى بسرعة أكبر من سرعة تآكل الأسنان الطرفية . ويجرى التخلص من الفوت بين الترس الدودي وبين القطاع المسنن بلف القطاع إلى موضع تكون الأسنان به غير متآكلة بشرط أن يكون القطاع المسنن كبيرا بحيث يسمح بذلك . ويتم التخلص من الفوت الشديد في الذراع الترجحية بضبط المسمار المقلوظ .

تصحيح الحركة الحرة بجهاز التوجيه بالعمود المقلوظ والصامولة :

لا يمكن ضبط أجهزة التوجيه بالعمود المقلوظ والصامولة . وعندما تزيد الحركة الحرة على الحد المسموح به . يجب استبدال صامولة توجيه جديدة بالصامولة القديمة .

ولا يجرى تجديد بطانة صامولة التوجيه إلا فى الورش المتخصصة (تتكون البطانة من معدن تصنع منه المحامل ، ويمكن التخلص منه بسهولة بالصهر) .

وينبغى التخلص أولا من البطانة القديمة بصهرها ، مع ملاحظة عدم تعريض صامولة التوجيه لحرارة شديدة حتى لا تصبح طرية . ثم يغطى عمود التوجيه المقلوظ بالطباشير لمنع معدن التبطين المنصهر من الالتصاق به عندما يصب عليه . وبعد ذلك يجمع العمود المقلوظ وصامولة التوجيه فى وضع رأسى ، ويصب معدن التبطين على الأجزاء المسخنة مقدما تسخينا جيدا .

ويتم الحصول على الأزواج (الوصلة) المطلوب بعدما يبرد المعدن المصبوب كلية ، وذلك بتدوير صامولة التوجيه إلى أعلى وأسفل عدة مرات . ويمكن استخدام معجون حاك . وفى هذه الحالة يجب غسله بعناية بعد العملية للتخلص منه .

ضبط جهاز التوجيه بالاصبع والترس الدودى :

يعاد ضبط هذا النوع من أجهزة التوجيه بضبط إصبع التوجيه . لذلك يجب جعل جهاز التوجيه فى وضع متوسط ، ثم تفك صامولة الزنق . وبعد إجراء عملية الضبط يجب إعادة ربط صامولة الزنق بإحكام .

٦ – يجب عدم تشغيل جهاز التوجيه بأية حال من الأحوال عندما يكون الجرار ساكنا ، لأن ذلك قد يؤدى إلى حدوث تلفيات جسيمة به .

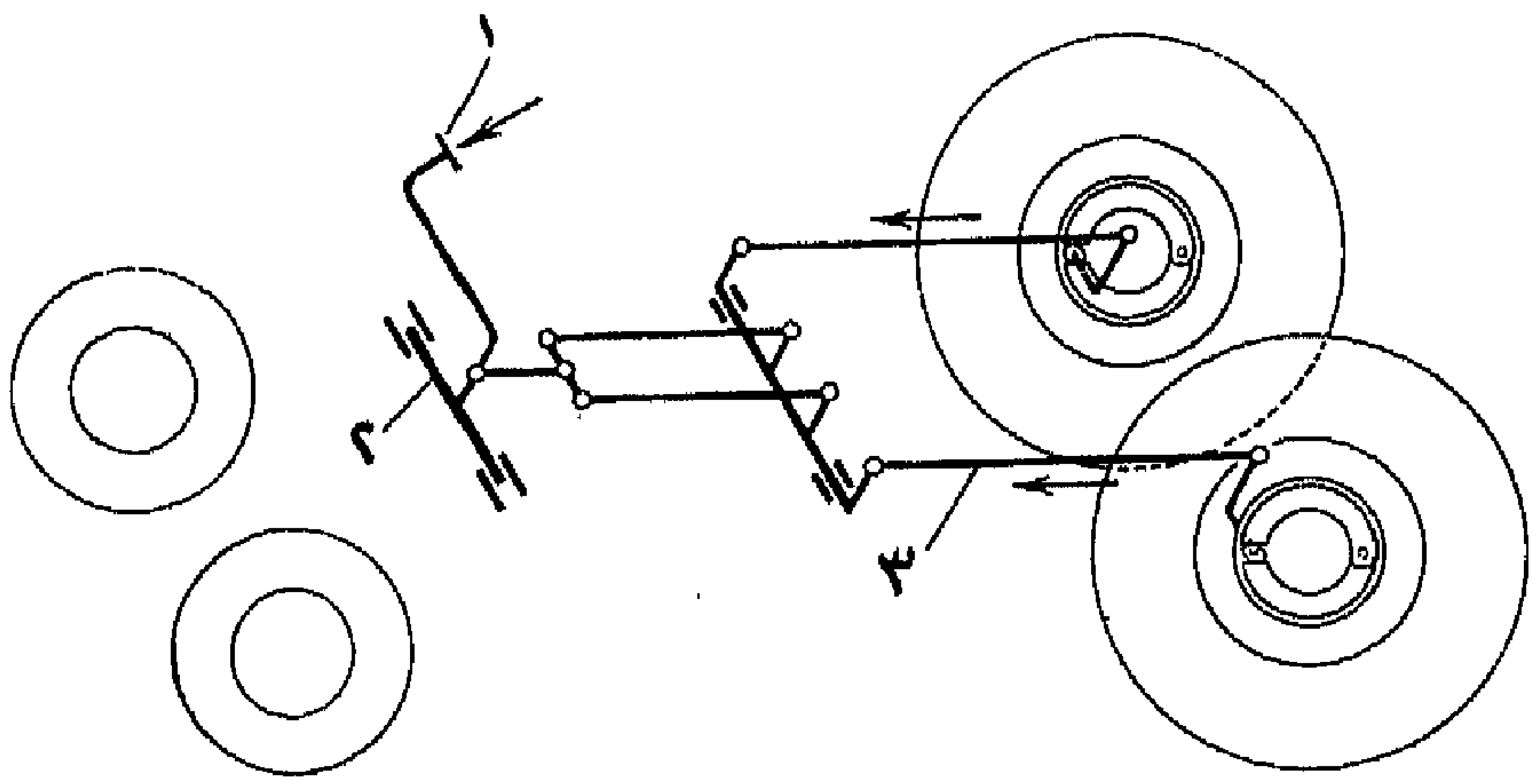
٤ – الفرامل :

(أ) عـــام :

يعتبر الأداء الصحيح ، الذى يعول عليه ، لمجموعة الفرامل مساويا فى أهميته للأداء الصحيح لجهاز القيادة والتوجيه من حيث التشغيل الآمن للجرار .

وتستخدم فى صناعة الجرارات ، على نطاق واسع ، الفرامل الميكانيكية التى تشغل بوساطة وصلات (أتياش) أو كبلات (أسلاك) تحكمية (الشكل ٢٣٥) . وتؤثر هذه الفرامل فى المعتاد على العجلات الخلفية . ولا تستخدم الفرامل الهيدروليكية إلا نادرا (أنظر : الفرامل الهيدروليكية) .

ويستخدم الجهاز الفرملى (الفرملة) للتقليل من سرعة تحرك الجرار حتى يتوقف ، وللتمكين كذلك من إيقاف الجرار فى المنحدرات والمرتفعات . وهذا يفسر ضرورة تزويد أى جرار – مثله مثل أى سيارة أو مركبة أخرى – بجهازى فرملة مستقلين ، أحدهما لفرملة الجرار عند تركه فى مواقف الانتظار ، ويعرف باسم فرملة الانتظار ، فى حين يعرف الجهاز الآخر باسم فرملة التشغيل . وفرملة الانتظار هى عادة فرملة يدوية (تشغل باليد) ،أما فرملة التشغيل فتشغل بالضغط على دواسة الفرامل .

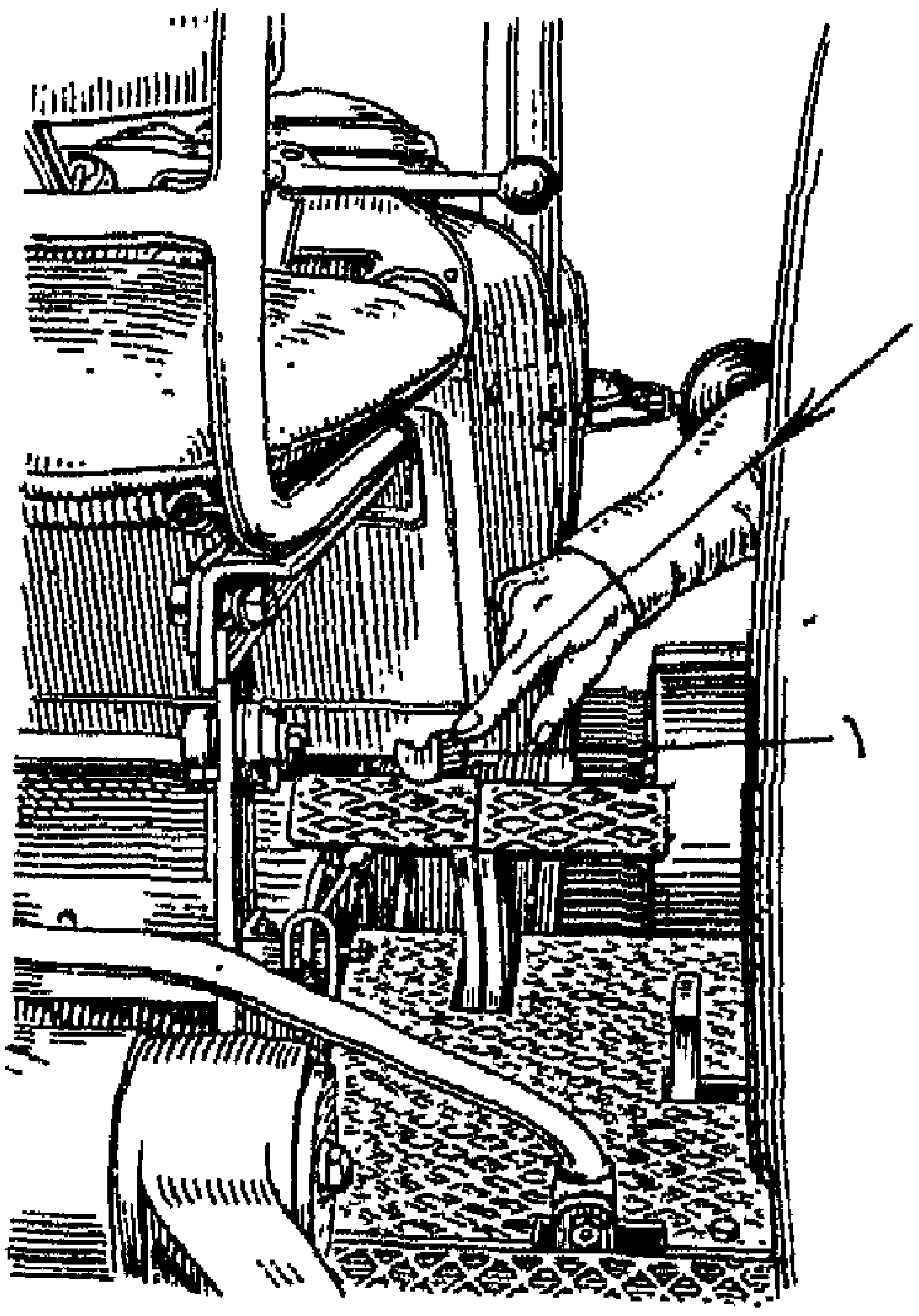


شكل (٢٣٥) : فرملة ذات وصلات (أتياش) .
١ – دواسة الفرملة ٢ – عمود ٣ – وصلة (تيش)

ومن ثم فإن الأنواع العديدة من الفرامل يمكن تقسيمها كما يلي :

نوع الفرملة	عملها	سمات التصميم
فرملة تشغيل	تقليل سرعة تحرك الجرار وإيقافه	فرملة بوصلات (أتياش) أو كبلات (أسلاك) تحكية ، أو فرملة تعمل هيدروليكيا أو بالهواء المضغوط ، وهى تشغل عن طريق دواسة الفرملة .
فرملة انتظار	منع الجرار من الانحدار فى الميول (المنحدرات والمرتفعات) وفرملته عند تركه فى مواقف الانتظار	فرملة شريطية (بطوق) تؤثرعلى أجزاء مجموعات نقل الحركة (صندوق التروس أساسا) . وهى فرملة يدوية (تشغل باليد) .
فرملة توجيه	المساعدة فى توجيه الجرارات الجنزرة ، وكذلك الجرارات ذوات العجلات عندما تدور فى أصغر دائرة دوران ممكنة .	تؤثر على إحدى العجلتين . وهى تشغل عن طريق دواسة الفرامل .

وتزود الأنواع العديدة من الجرارات بدواستين للفرامل تنقلان القدرة الفرملية إلى العجلة الخلفية اليمنى أو اليسرى ، كل على حدة . وبهذه الكيفية يمكن الاستفادة بالفعل الفرملى لتسهيل عملية التوجيه .



شكل (٢٣٦) : السقاطة التى تصل دواستى الفرامل معاً .
١ – السقاطة

وعند التحرك فى مسار مستقيم أو فى الشوارع أو الطرق التى تكثر فيها حركة المرور يجب تعشيق السقاطة التى تصل دواستى الفرامل ببعضهما البعض والتى تكفل انتظام الفعل الفرملى (الشكل ٢٣٦) .

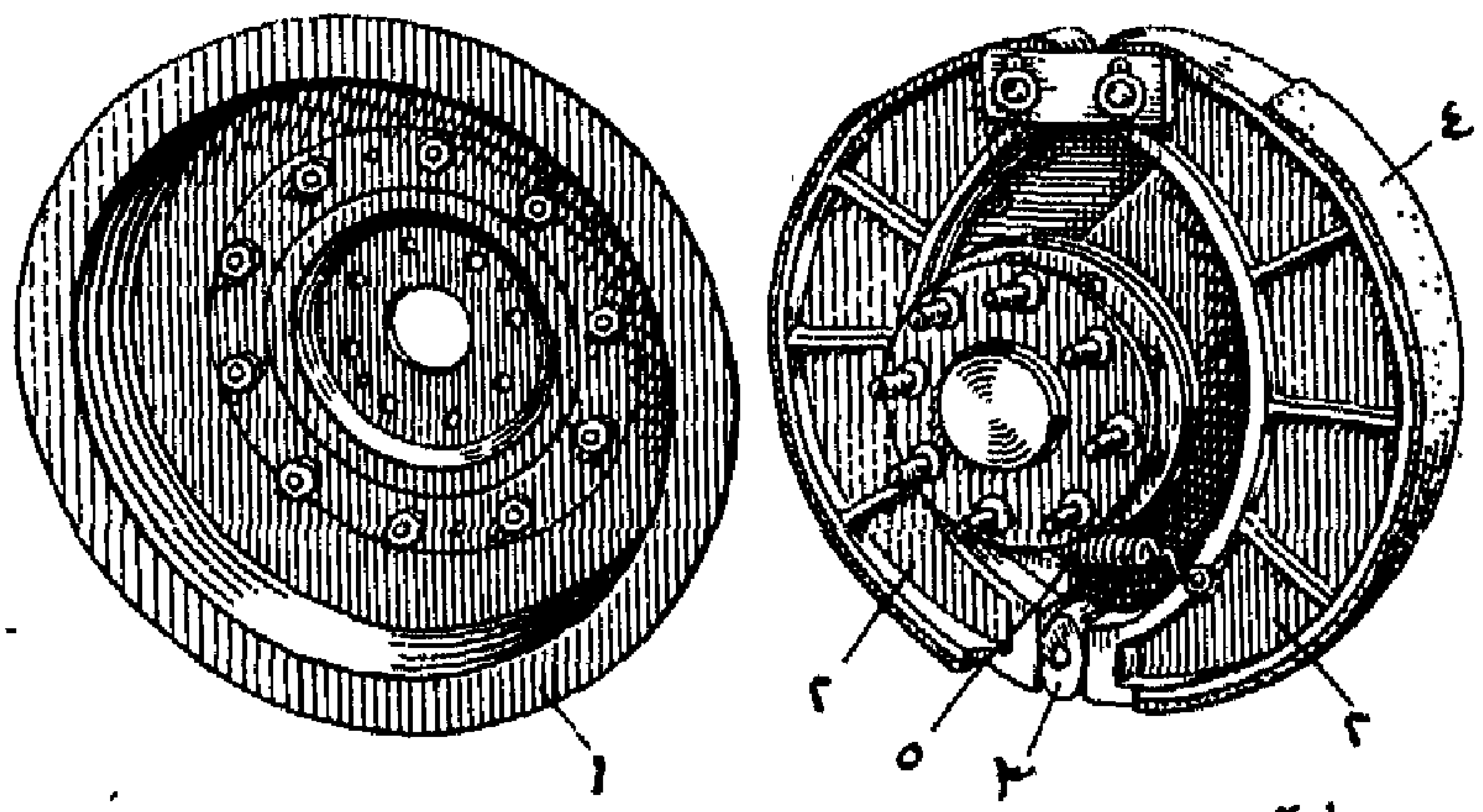
(ب) الفرملة الميكانيكية : مكوناتها وطريقة عملها :

الفرامل المستخدمة فى صناعة الجرارات هى فى الغالب فرامل من النوع الاحتكاكى ، أى فرامل احتكاكية . وتتكون الفرملة أساسا من المكونات التالية :

– دارة (طنبورة) الفرملة .

– حذاء الفرملة ، وكامة الفرملة .

– بطانة (تيل) الفرملة (الشكل ٢٣٧) .



شكل (٢٣٧) : المكونات الرئيسية للفرملة الميكانيكية .
١ – دارة (طنبورة) الفرملة
٢ – حذاء (قبقاب) الفرملة
٣ – كامة الفرملة
٤ – بطانة (تيل) الفرملة
٥ – ياى الرجوع

دارة (طنبورة) الفرملة :

تشكل الدارة مبيت الفرملة . وقرص الظهر بالفرملة على شكل شفة (فلانشة) تربط بالعجلة بمسامير ربط مقلوظة . وعند تشغيل الفرملة ينضغط حذاءا الفرملة المبطنان بالبطائن (التيل) فى مقابلة المساحة الداخلية للدارة المسماة سطح التشغيل (أو السطح الفعال) . وعندما تعمل الفرملة تتولد حرارة نتيجة الاحتكاك بين بطانة (تيل) الفرملة وبين الدارة (الطنبورة) . وتنتقل الحرارة من كتلة الدارة إلى الجو المحيط . لذلك تزود الدارة بتقويات وأضلع تزيد من صلابتها (متانتها) من ناحية ، كما تعمل من ناحية أخرى على نقل الحرارة المتولدة . وإذا تسرب الزيت أو الشحم إلى الفرملة الاحتكاكية فإنها حينئذ تشكل خطرا شديدا ، لأن خاصية التزييت بالزيت تقلل بشكل ملحوظ المقاومة الاحتكاكية . وبالتالى تفشل الفرملة فى أداء وظيفتها على الوجه الصحيح ، فيصبح إيقاف الجرار (المركبة عموما) أمرا غاية فى الصعوبة . ولهذا السبب بصفة خاصة يجب إحكام دارات الفرامل ضد تسرب الزيت ، وعزلها عن محامل العجلات التى تعتبر مصدرا لهذا الزيت المتسرب .

أحذية (قباقيب) الفرملة ، وكامات الفرملة :

تتعرض أحذية الفرامل ، وكامات الفرامل ، لإجهادات عالية ، لذلك فإنها تصنع بحيث تكون شديدة الاستقرار ميكانيكيا .

ولزيادة صلابة أحذية الفرامل تصمم مقاطعها المستعرضة كما هو مبين فى الشكل ٢٣٨ .

وتصلد كامات الفرامل غالبا لتحسين خاصة التآكل بها .

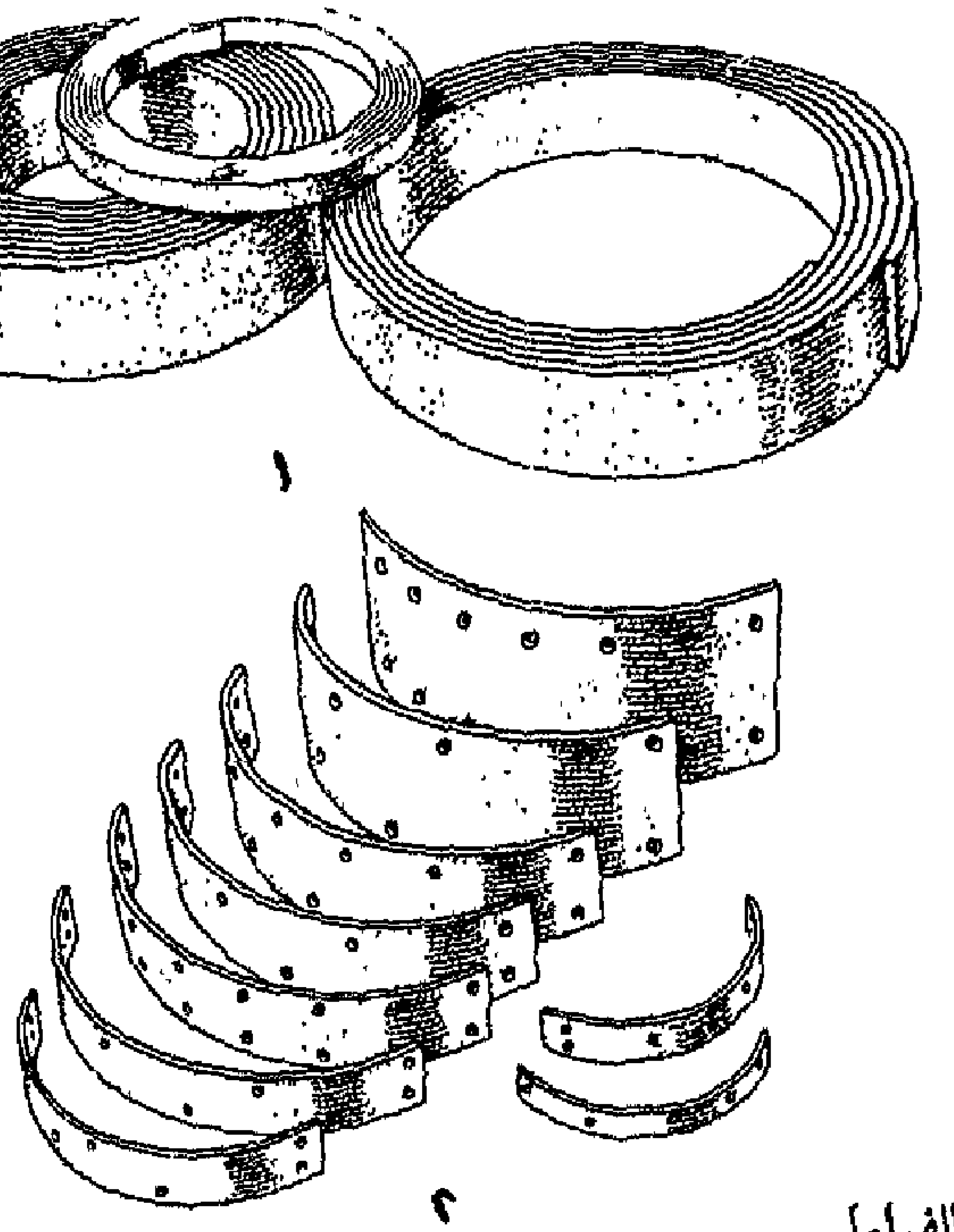
شكل (٢٣٨) : مقاطع أحذية (قباقيب) الفرامل .

بطانة (تيل) الفرملة :

لزيادة الاحتكاك عند الفرملة ، تركب بطائن (تيل) بأحذية الفرامل . وتتكون البطانة من مركب أساسه الأسبستوس (الحرير الصخرى) ، وبه فتائل مجدولة من النحاس الأصفر أو الصلب مدفونة فيه . ويمكن الحصول على بطائن الفرامل إما بالمقاسات المطلوبة ، جاهزة للتركيب ، أو على هيئة شرائط تقطع منها المقاسات اللازمة حسب الطلب (الشكل ٢٣٩) .

وينبغى أن تكون بطائن الفرامل مقاومة للحرارة الناتجة عن قوى الاحتكاك عند الفرملة .

وإذا أحس السائق فى أى وقت أن الفرامل لا تؤدى عملها على الوجه الصحيح ، فحينئذ ينبغى عليه المبادرة إلى قطر جراره إلى ورشة الإصلاح . ويستخدم فى القطر عمود جر خاص منعا لوقوع الحوادث .



شكل (٢٣٩) : بطائن (تيل) الفرامل .
١ - بطائن على هيئة شرائط
٢ - بطائن بمقاسات مختلفة جاهزة للتركيب

ومن الأعطال الشائعة فى الفرملة الإحتكاكية تسرب الزيت إلى بطائنها وتشربها به . وإذا حدث ذلك فلا جدوى عندئذ من تجفيف البطائن المزيتة وإعادة تركيبها ، لأن الزيت المتشربة به البطائن ينضغط - بفعل الفرملة - ليظهر على سطحها مسببا العطل مرة أخرى .

فرملة التشغيل :

يوضح الشكل ٢٤٠ فرملة بحذاءين (قبقابين) . وعندما يضغط السائق بقدمه على دواسة الفرملة تتحرك وصلات (أتياش) الفرملة فى اتجاه السهم . وتلف كامة الفرملة المتصلة بذراع الفرملة بحيث يتباعد حذاءا الفرملة إلى الخارج لينضغطا فى مقابلة دارة (طنبورة) الفرملة . وتعمل بطانة الفرملة المركبة بكل من الحذاءين على تقوية الاحتكاك مسببة فعلا فرمليا شديدا .

ويستخدم يايا الرجوع بالفرملة لإعادة حذاءى الفرملة إلى وضعهما الأصلى .

ويعرف هذا التصميم البسيط باسم فرملة سمبلكس . وتستخدم هذه الفرملة على نحو شائع فى الجرارات . ويعيب هذه الفرملة أن الحذاء القائد (حذاء المقدمة) يتعرض لإجهادات أكبر بكثير من الإجهادات التى يتعرض لها الحذاء التابع (حذاء المؤخرة) . ومن ثم فإن البطانة المركبة بالحذاء القائد تتعرض لمعدل عال من التآكل . ولكفالة الأمان فى التشغيل يجب تجديد بطائن الفرامل طرز سمبلكس بصفة منتظمة .

وهناك تصميم آخر من الفرامل يعرف باسم المؤازرة (أو السرفو) . ويوضح الشكل ٢٤١ رسما تخطيطيا لمقطع فى فرملة من هذا النوع . وعندما يضغط السائق بقدمه على دواسة الفرملة تلف كامة الفرملة (١) محركة الحذاء القائد (٢) فى مقابلة الدارة (٢) (الطنبورة) . ونتيجة للاحتكاك الذى يحدث فى الوصلة (٥) يتباعد الحذاء التابع (٤) لينضغط فى مقابلة الدارة .

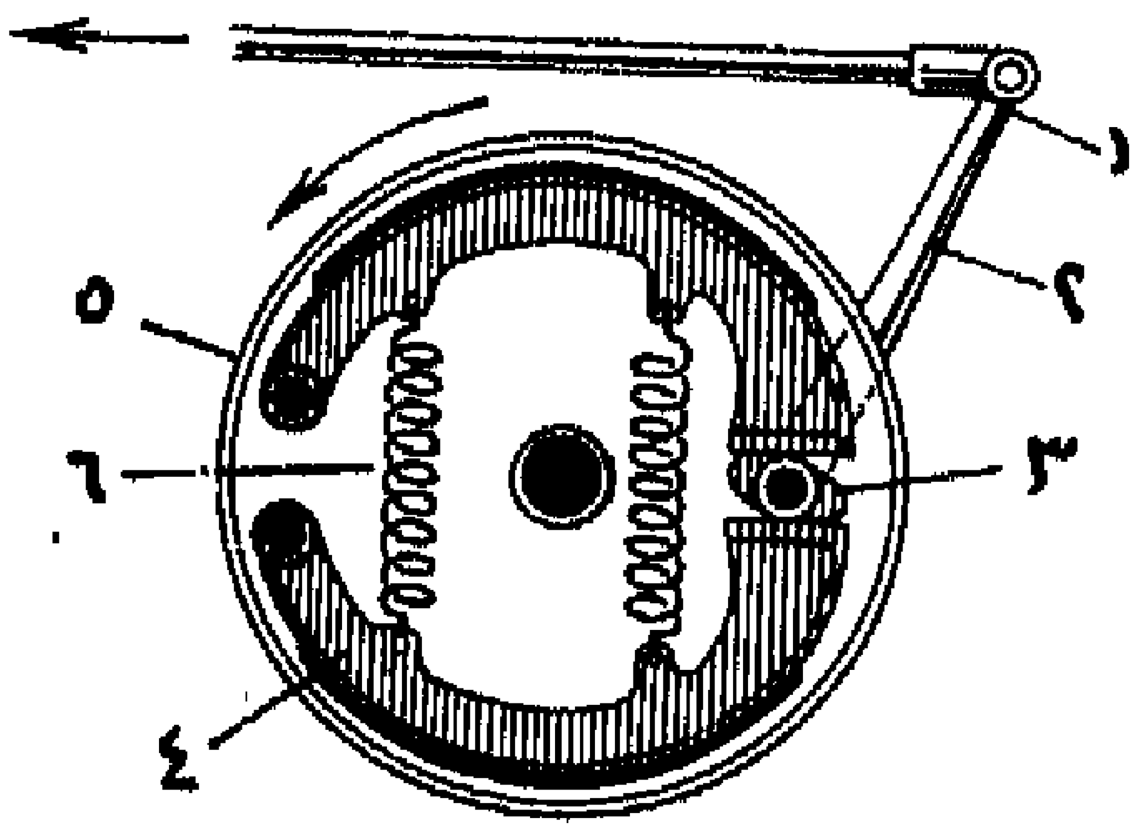
ويتميز هذا النوع من الفرامل بالحصول منه على فعل فرملى ممتاز ببذل مجهود بسيط على دواسة الفرملة . ولكن لا يمكن الحصول على هذا الفعل الفرملى عند عكس الحركة . ولهذا السبب يلزم استخدام فرملة بثلاثة أحذية كالمبينة فى الشكل ٢٤٢ .

وتزود الأنواع الحديثة من الجرارات بأجهزة فرملية تعمل بالهواء (فرامل هوائية) (الشكل ٢٤٣). وهى تناسب بصفة خاصة الجرارات التى تستخدم أساسا فى النقل على الطرق وجر المقطورات .

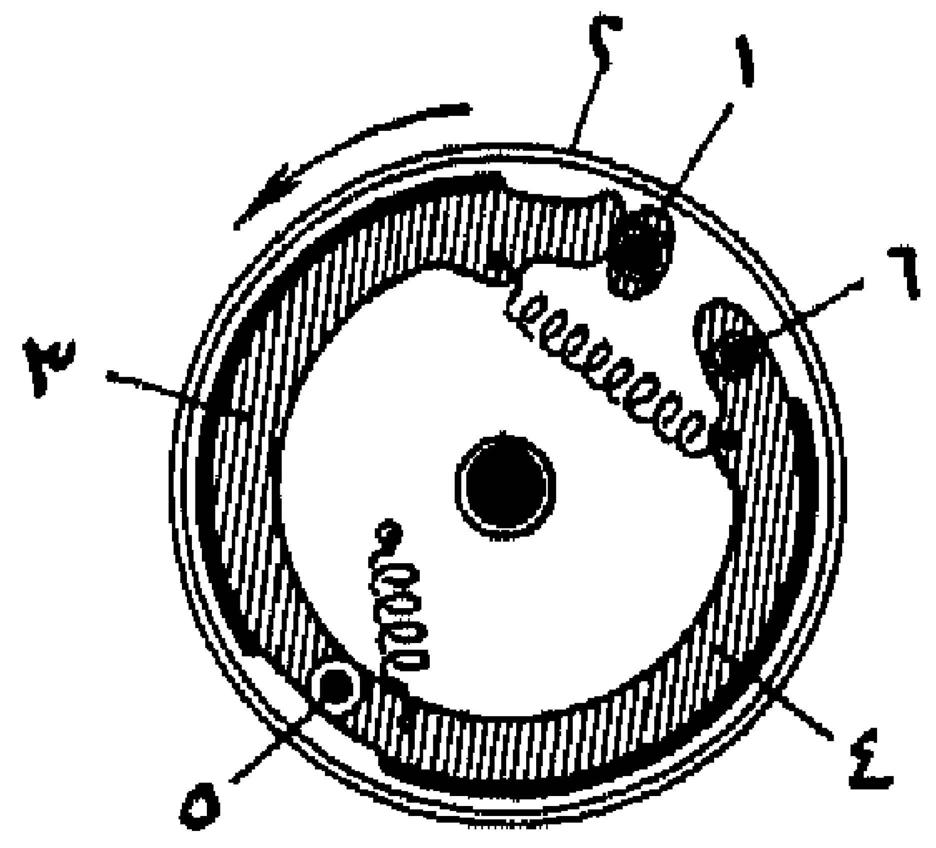
وتستخدم الفرملة الهوائية كذلك فى تزويد (نفخ) الإطارات بالهواء المضغوط .

فرملة الانتظار :

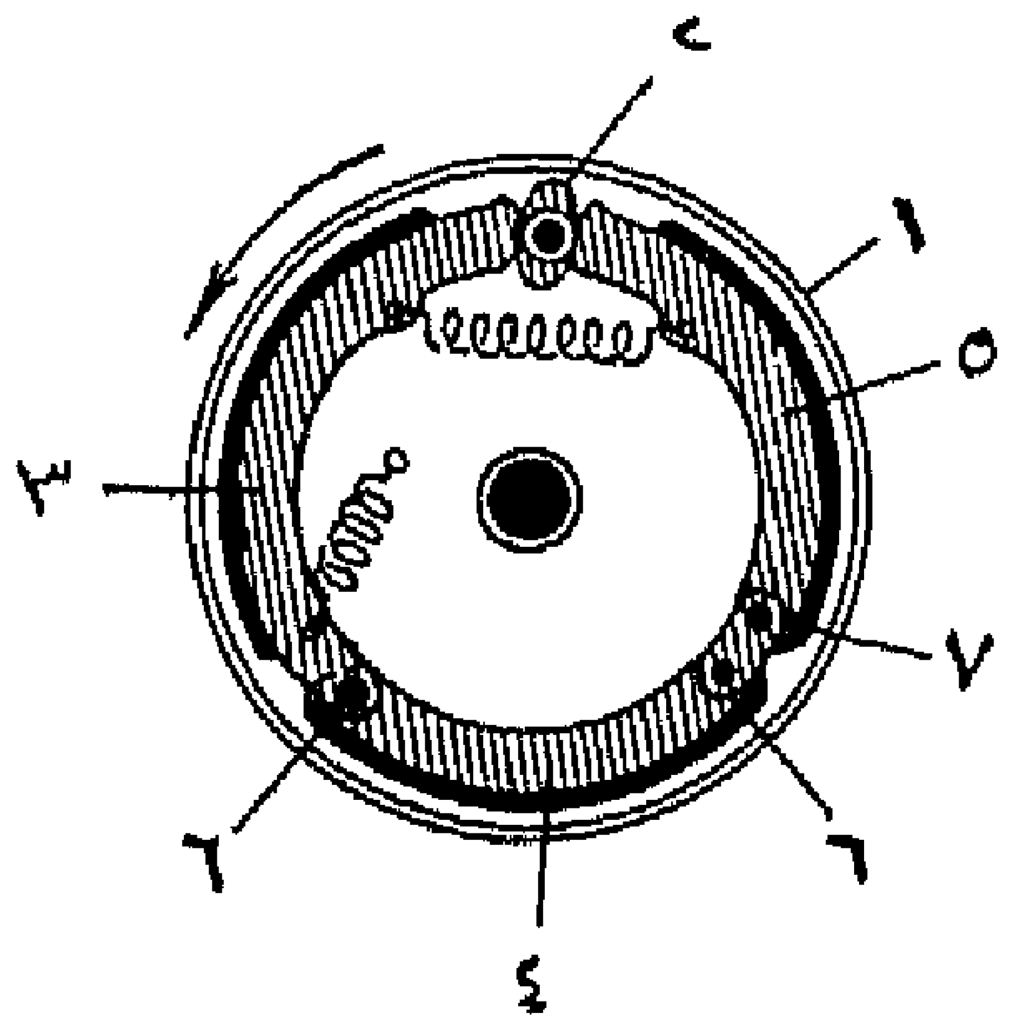
فرامل الانتظار هى فى المعتاد الفرامل اليدوية . وهى تؤثر على العمود الرئيسى لصندوق التروس مباشرة ، وتكون على هيئة فرامل شريطية (ذوات أطواق) .



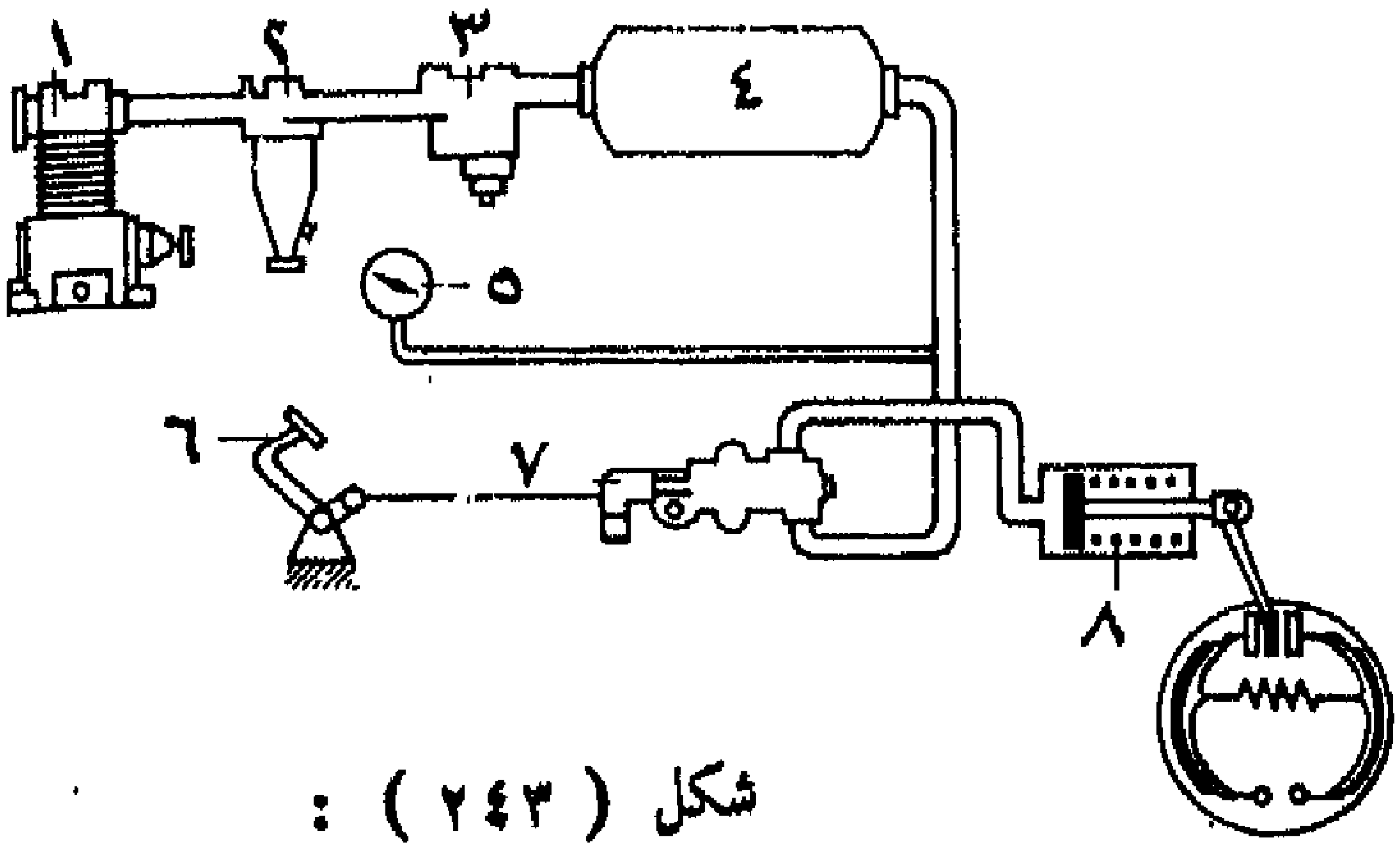
شكل (٢٤٠) : فرملة بحذاءين (قبقابين) .
١ — وصلة (تيش) الفرملة
٢ — ذراع الفرملة
٣ — كامة الفرملة
٤ — حذاء (قبقاب) الفرملة ببطانته
٥ — دارة (طنبورة) الفرملة
٦ — ياى رجوع



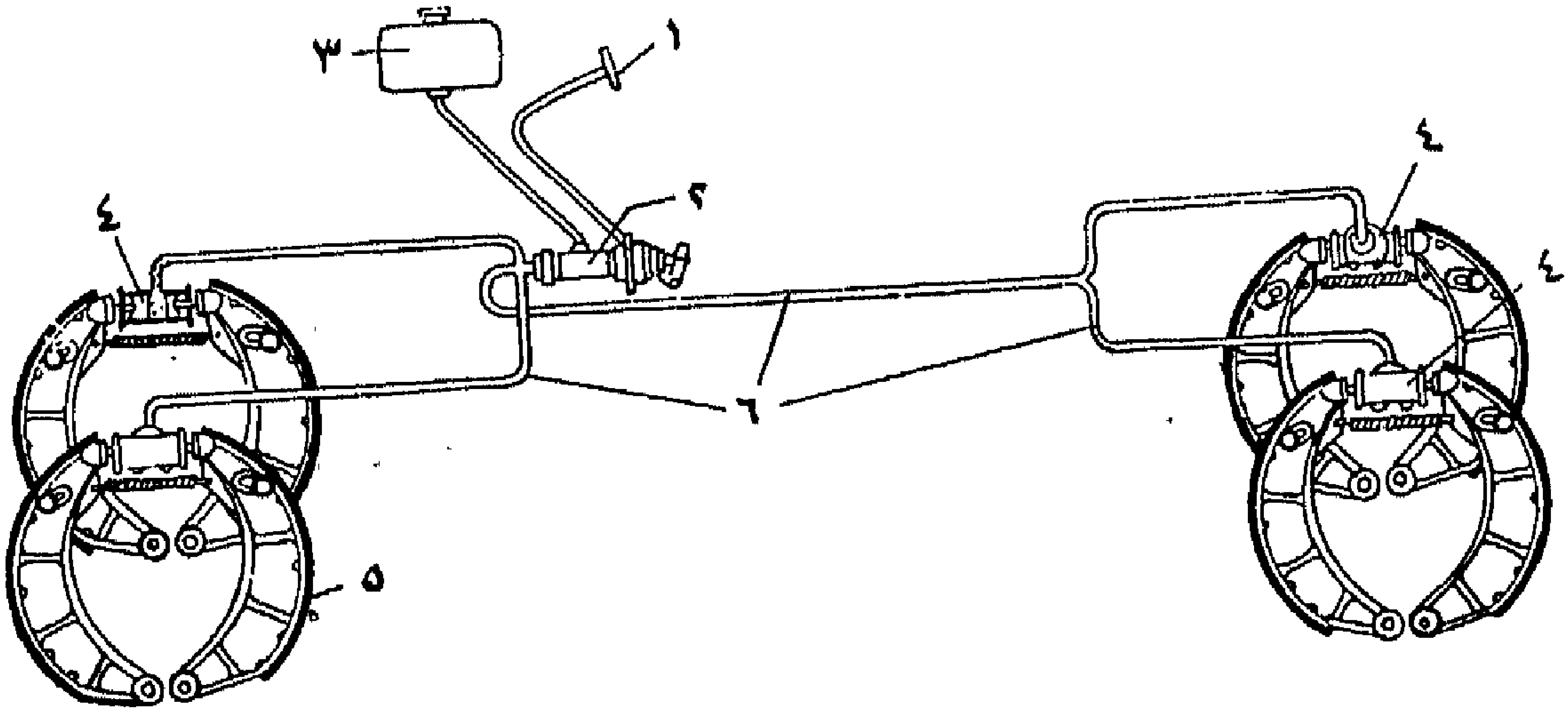
شكل (٢٤١) : فرملة مؤازرة (سيرفو) .
١ — كامة الفرملة
٢ — دارة الفرملة
٣ — الحذاء القائد
٤ — الحذاء التابع
٥ — وصـــلة
٦ — محور ارتكاز الحذاء التابع



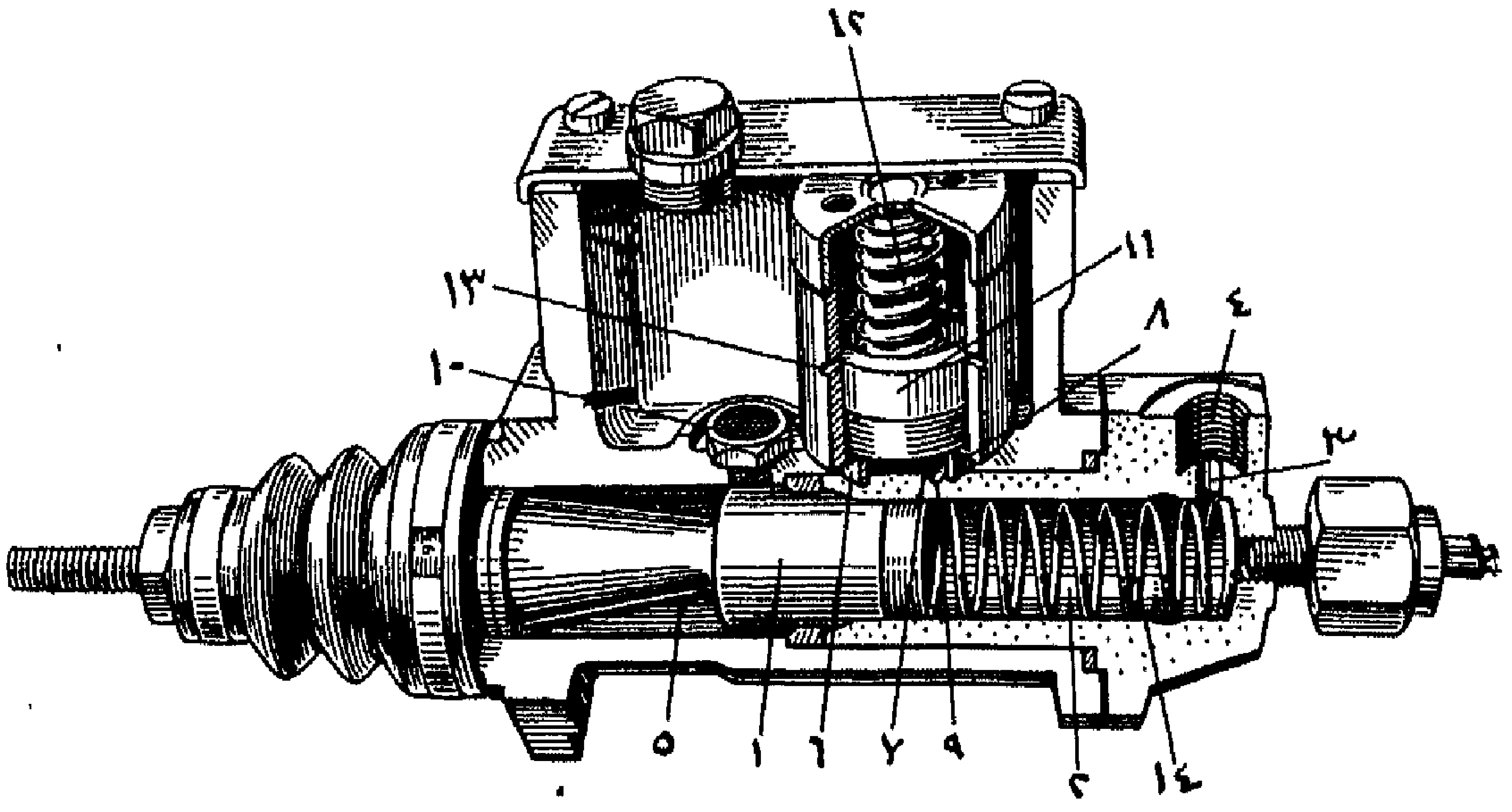
شكل (٢٤٢) : فرملة بثلاثة أحذية .
١ — دارة (طنبورة) الفرملة
٢ — كامة الفرملة
٣ — الحذاء القائد
٤ — الحذاء الأوسط
٥ — الحذاء التابع
٦ — وصـــلة
٧ — محورا ارتكاز الحذاء الأوسط



شكل (٢٤٣) :
جهاز فرملى يعمل بالهواء
(فرملة هوائية) .
١ — كباس هواء (كمبرسرر)
٢ — وصلة لنفخ الإطارات
٣ — منظم الضغط
٤ — خزان هواء مضغوط
٥ — مبين ضغط
٦ — دواسة الفرملة
٧ — صمام الفرملة
٨ — أسطوانة الفرملة



شكل (٢٤٤) : الفكرة فى عمل النظام الفرملى الهيدروليكى (الفرملة الهيدروليكية) .
١ — دواسة الفرملة
٢ — أسطوانة الفرملة الرئيسية (الماستر) الرئيسى
٣ — خزان تخزين وموازنة
٤ — أسطوانة فرملة العجلة (ماستر العجلة)
٥ — الحذاء ببطانته
٦ — المواسـير



شكل (٢٤٥) : أسطوانة الفرامل الرئيسية (الماستر الرئيسى) .

١ – كباس الأسطوانة
٢ – فراغ (حيز) الأسطوانة
٣ – ثقب
٤ – موزع
٥ – مجرى
٦ – صمام قرصى
٧ – غرفة
٨ – أسطوانة الضغط المتقدم
٩ – فتحة خروج (مخرج)
١٠ – صمام السحب
١١ – كباس الضغط المتقدم
١٢ – يـاى
١٣ – فتحة انتقال
١٤ – يـاى

ووجود سقاطة فى ذراع الفرملة يتيح الفرصة لتثبيت الفرملة وهى فى حالة تشغيل . وإذا شغلت فرملة الانتظار فجأة ، فحينئذ يفرمل (يكتف) الجرار . لذلك يجب عدم استخدامها إلا إذا أريد منع الجرار من التحرك عندما يكون واقفا فى أماكن الانتظار .

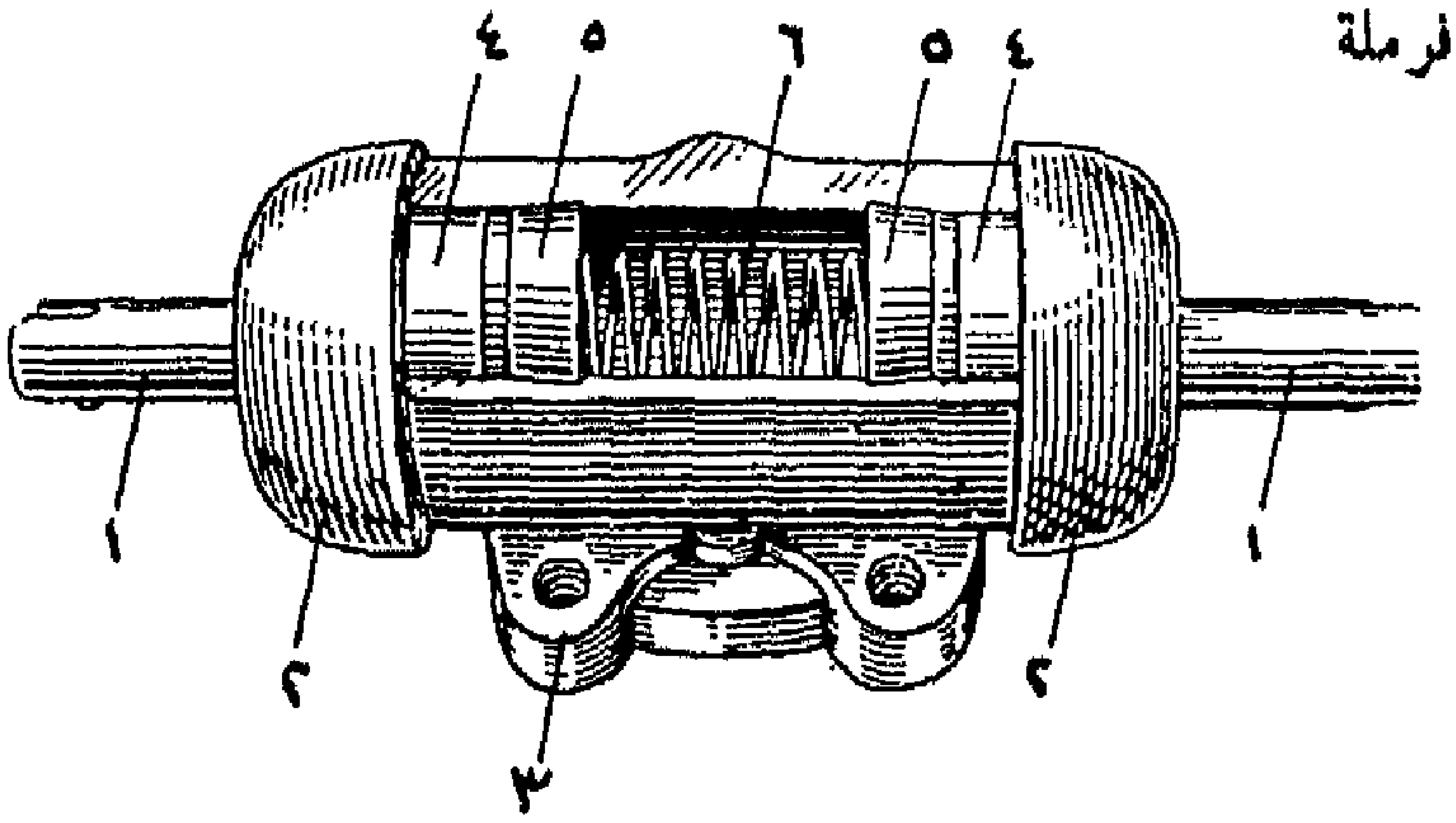
(ج) طريقة عمل الفرملة الهيدروليكية :

تستخدم الفرامل الهيدروليكية أحيانا فى الجرارات . وينبنى عمل الفرملة الهيدروليكية على قانون فى الفيزيقا مضمونه أن الضغط المسلط على سائل يحتويه نظام (مجموعة) مغلق من المواسير ينتقل إلى الأجناب بالشدة نفسها ، بشرط ألا يكون هناك هواء محبوس فى هذا النظام (المجموعة) . ويوضح الشكل ٢٤٤ رسما تخطيطيا لنظام فرملى هيدروليكى يؤثر بانتظام على العجلات الأمامية والخلفية . ويملأ هذا النظام بسائل فرملى خاص لا يتأثر بتغير درجات الحرارة ، ولا يتلف الأجزاء المطاطية والمعدنية .

وعند الضغط على دواسة الفرملة يتحرك الكباس الموجود فى أسطوانة الفرملة الرئيسية (الماستر الرئيسى) (الشكل ٢٤٥) مسلطا الضغط على السائل الفرملى .

وعن طريق السائل الموجود فى النظام (المجموعة) ينتقل هذا الضغط بقدر متساو إلى أسطوانات فرامل العجلات الأربع ، حيث يشغل بنزى الدفع (الشكل ٢٤٦) بكل منها . ويؤثر هذان البنزان على حذاءى الفرملة فيطردانهما إلى الخارج فى مقابلة دارة (طنبورة) العجلة ويحققان فعلا فرمليا منتظما . وبمجرد إعتاق السائل الفرملى من الضغط المسلط عليه يتحرر يايا الشد الموجودان بأسطوانة الفرامل الرئيسية (الماستر الرئيسى) واسطوانة فرملة العجلة (ماستر العجلة) . وعلاوة على ذلك يعود الحذاءان إلى وضعهما الأصلى بفعل اليای ، فتنتهى عملية الفرملة .

شكل (٢٤٦) : أسطوانة فرملة العجلة (ماستر العجلة) .
١ – بنز الدفع
٢ – غطاء واق
٣ – جسم الأسطوانة
٤ – كبـاس
٥ – جلبة مطاطية
٦ – يـاى انضغاط



(د) ملاحظات تتعلق بالصيانة والإصلاح :

تتميز الفرامل الهيدروليكية بأنها لا تتطلب لتشغيلها سوى بذل مجهود بسيط على دواسة الفرملة ، كما أنها تحقق فعلا فرمليا سلسا يفضل عمليا فى المركبات التى تعمل بسرعات عالية .

١ – لا غنى للتشغيل الآمن للمركبة عن وجود فرملة يعول على أدائها . لذلك ينبغى مراجعة النظام الفرملى كله واختباره قبل التحرك بالجرار . ويجب إجراء الاختبارات الفرملية على الطرق غير المكتظة بحركة المرور .

٢ – يجب تنظيف وصلات (أتياش) الفرامل فى فترات منتظمة ، مع تشحيم الأجزاء المتحركة بها . كما يجب تزييت أسنان القلاووظ بالشدادات والمسامير المقلوظة .

٣ – ينبغى ضبط الفرامل من حين لآخر ، نظرا لتآكل بطائنها . ويستدل على التآكل من المشوار الحر لدواسة الفرامل الذى يجب ألا يتعدى ٢ سم أو ٣ سم (المشوار الحر لدواسة الفرامل هو المسافة التى تتحركها الدواسة دون إحداث تأثير فرملى) .

ويجب أولا اختبار ما إذا كانت بطائن الفرامل لا تزال صالحة للتشغيل من عدمه . ولهذا الغرض ينبغى فك العجلات المفرملة (الخلفية عادة) وخلع دارات (طنابير) الفرامل .

وتضبط فرامل الأنواع المختلفة من الجرارات بطرق مختلفة . لذلك يجب الالتزام بالملاحظات الواردة فى هذا الشأن بكتيب إرشادات التشغيل . والملاحظات التالية متفق عليها كقاعدة

عامة : يجب أولا رفع الجرار على كتل بحيث يتاح للعجلات المفرملة (أى التى تجرى فرملتها عند تشغيل الفرملة) الدوران بحرية . وبعد ذلك يعاد ربط وصلات الفرملة بإحكام عن طريق الشدادات (الشكلان ٢٤٧ ، ٢٤٨) .

ويتطلب الأمر وجود مساعد للسائق ليقوم بالضغط على دواسة الفرامل فى أثناء دوران العجلات . وبهذه الكيفية يمكن اكتشاف ما إذا كانت الفرامل تحدث فعلا تأثيرا فرمليا منتظما من عدمه .

ويعاد ضبط فرامل الأنواع المختلفة من الجرارات بضبط كامة الفرملة . ويوجد بالجهة الداخلية من حامل العجلة مسمار (بنز) ضبط مقلوظ يمكن لفه حسب الطلب بوساطة مفتاح ربط (الشكل ٢٤٩) . ويتراوح الخلوص بين بطانة الفرملةوبين الدارة (الطنبورة) من ٠٫٥ مم إلى ١٫٠ مم . وتعرف هذه الثغرة (الخلوص) كذلك باسم خلوص التهوية .

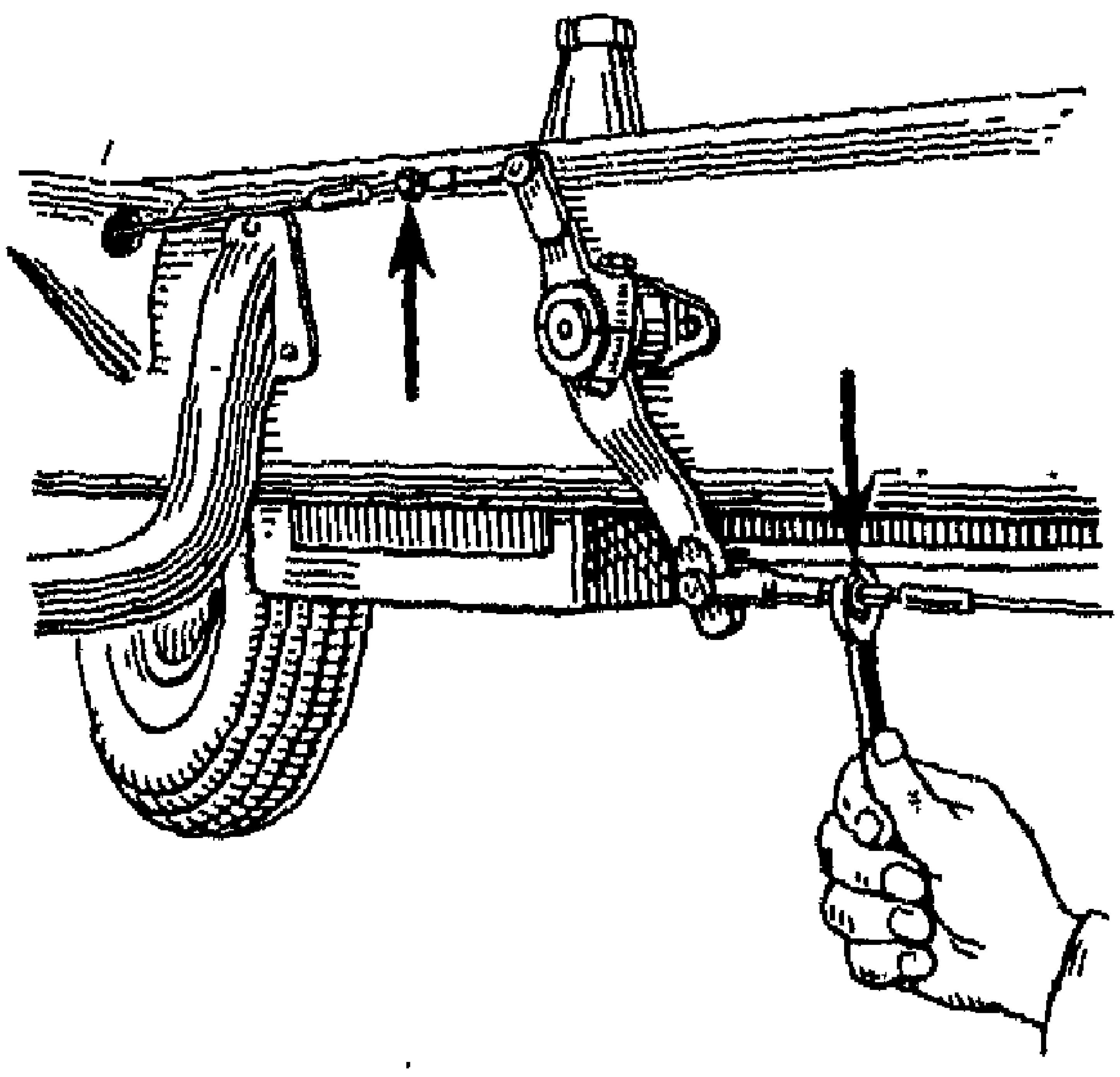
٤ – يعتبر تجديد بطائن (تيل) الفرامل من الأعمال التى يجب أن تتم تحت إشراف عامل متخصص .

ولهذا الغرض يفك أولا حذاءا الفرملة وتزال تماما بقايا بطانتيهما ومسامير البرشام المتخلفة . ويمكن تثقيب بطانة الفرملة وفقا لمسامير البرشام الموجودة بحذاء الفرملة إذا تطلب الأمر ذلك . ويجب تخويش ثقوب مسامير البرشام بالدرجة التى تكفى لدفن رءوس المسامير بالعمق المناسب فى بطانة الفرملة بحيث لا تتلامس مع الدارة (الطنبورة) حتى ولو تآكلت البطانة بشدة . ومن ناحية أخرى يجب أن تكون مساحة التلامس بين رؤوس هذه المسامير وبين بطانة الفرملة كبيرة وكافية لضم البطانة إلى الحذاء بإحكام . وعند إعادة تثقيب ثقوب مسامير البرشام وتخويشها يوصى بمسك البطانة والحذاء معا وضمهما إلى بعضهما البعض بإحكام بوساطة ماسك (مشبك) مقلوظ خاص . وتستخدم مسامير البرشام المصنوعة من النحاس أو الألومنيوم ، وقد تكون هذه المسامير مجوفة . ويجب تركيب المسامير بالكيفية الموضحة فى الشكل ٢٥٠ لكفالة التلامس المحكم بين سطح بطانة الفرملة وبين سطح الحذاء (القبقاب) .

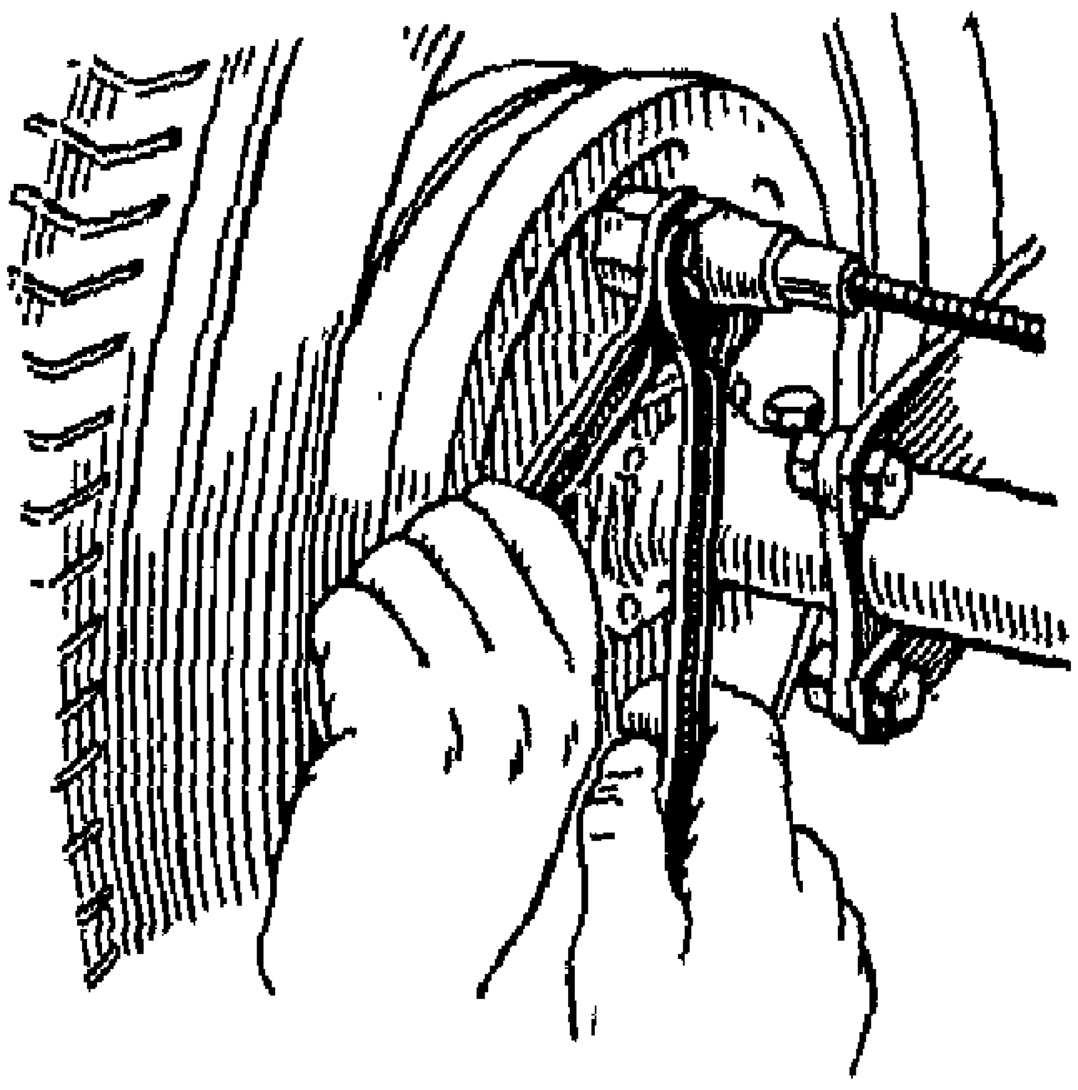
وتشطب (تشطف) نهايتا بطانة الفرملة من الجهة الضيقة لتحقيق التشغيل الصحيح والتدريجى للفرملة . وبعد برشمة البطانة يجب – إذا لزم الأمر – إعادة ضبطها لكفالة خلوص التهوية المحدد ، والدوران الصحيح . ولهذا الغرض ينبغى استخدام وسائل الخراطة المناسبة التى تتوافر فى ورش الإصلاح الخاصة .

وتقوم ورش عديدة بلصق البطانة بحذاء الفرملة ، إلا أن ذلك يتطلب توافر مادة لصق مناسبة ووسائل قمط (مسك) خاصة .

ويتميز لصق البطانة بحذاء الفرملة بمزايا عديدة ، بشرط أن يتم اللصق بمعرفة عامل ماهر .

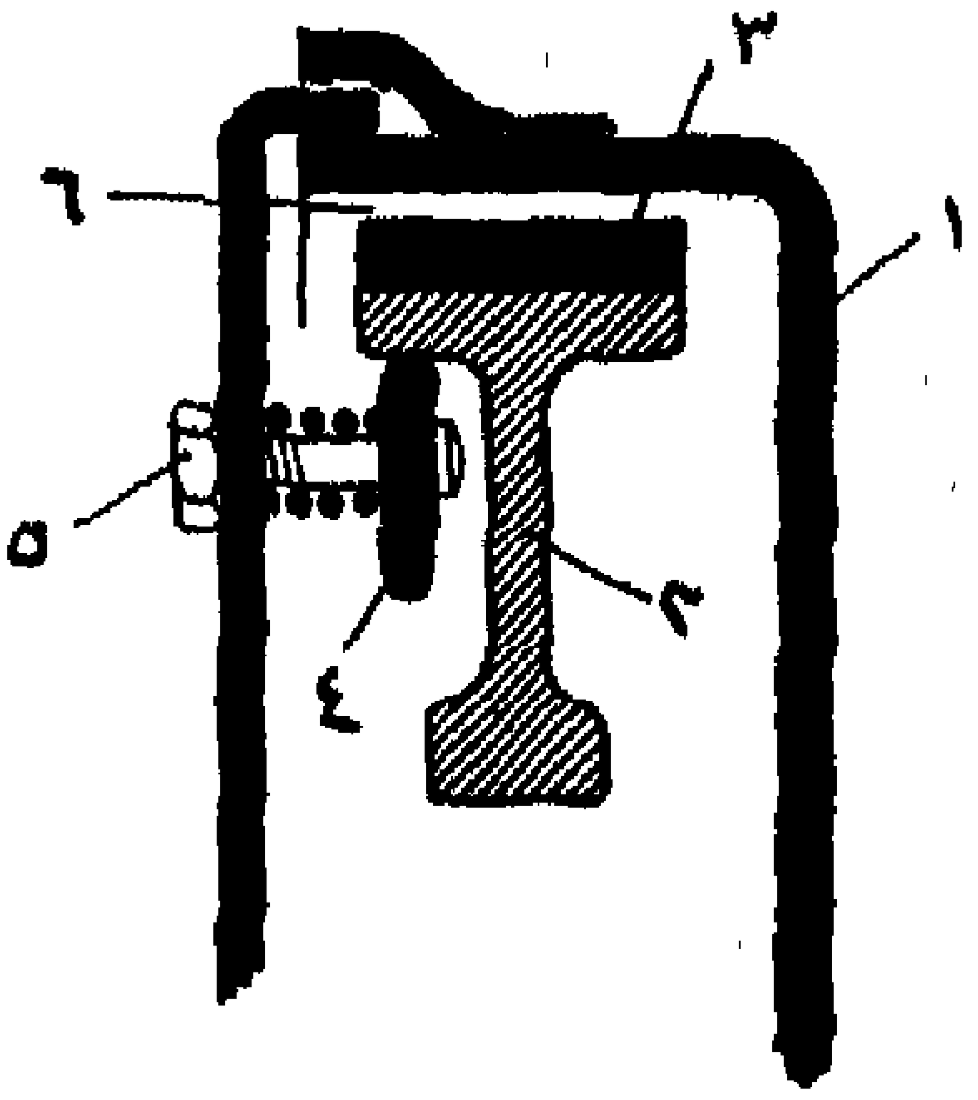


شكل (٢٤٧) : ضبط الفرملة ذات الوصلات عن طريق الشدادات .

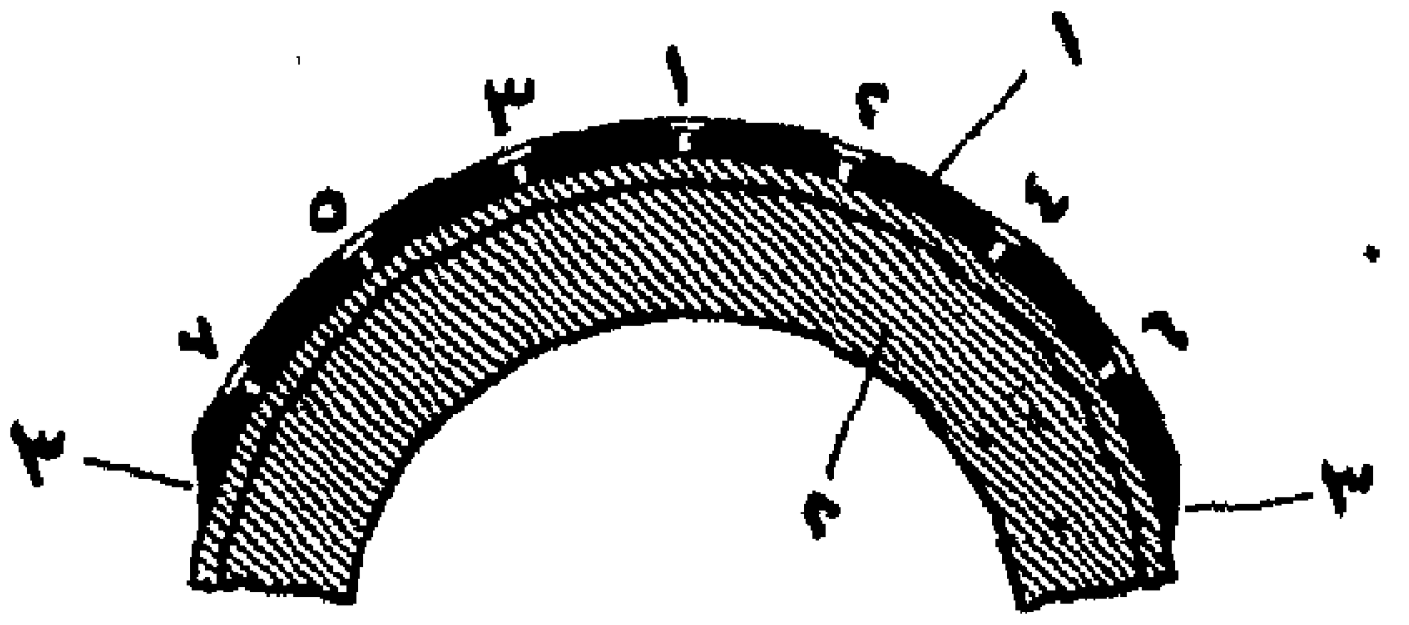


شكل (٢٤٨) : ضبط الفرملة ذات كبلات (أسلاك) التحكم .

شكل (٢٤٩) : ضبط الفرملة عند كامتها .
١ – دارة (طنبورة) الفرملة
٢ – حذاء (قبقاب) الفرملة
٣ – بطانة (تيل) الفرملة
٤ – كامة الفرملة
٥ – بنز الضبط
٦ – خلوص التهوية (٥ر٠ م – ٠ر١ م)



شكل (٢٥٠) : برشمة بطانة (تيل) الفرملة .
١ – بطانة (تيل) الفرملة
٢ – حذاء (قبقاب) الفرملة
٣ – شطب (شطف)



٥ — يجب أن يكون السطح الفعال من دارة (طنبورة) الفرملة خاليا من التلفيات أو التموجات أو الحزوز ، وينبغى إعادة توظيبه إذا لزم الأمر .

٦ — ينجم الأداء غير الصحيح لنظام الفرملة الهيدروليكية (الفرملة الهيدروليكية) عن عدة أسباب :

فإذا كانت بطائن (تيل) الفرامل متآكلة فيجب إستبدالها بالطريقة السابق ذكرها . ومن ناحية أخرى قد يصبح نظام (مجموعة) المواسير منفسا (أى به تسرب) بحيث يكون الهواء قد تسرب إليه . لذلك فبعد إصلاح الفرامل الهيدروليكية يجب استنزاف (إخراج) الهواء منها . وينبغى الالتزام باستخدام السائل الفرملى الأصلى فقط لملء النظام الفرملى (دورة الفرامل) إذ أن زيت التزييت أو السوائل الأخرى تتلف النظام الفرملى ، مما يتطلب إجراء إصلاحات باهظة التكاليف ، فضلا عن طول فترة توقف الجرار وهو عاطل .

وبعد كل ٥٠ ساعة من ساعات التشغيل يجب فتح خزان السائل الفرملى واستكماله بسائل جديد إذا لزم الأمر . وإذا اكتشف فقد شديد فى السائل الفرملى فعندئذ يجب مراجعة النظام (الدورة) كله من حيث التسرب . وقد يحدث التسرب غالبا من الخراطيم المؤدية إلى اسطوانات فرامل العجلات . وفى هذه الحالة يجب استبدال خراطيم جديدة . بهذه الخراطيم التالفة . ولا يسمح بمنع التسرب من الخراطيم بوساطة الشرائط اللاصقة ، أو أية وسائل غير مناسبة ، إذ أنها قد تؤدى إلى حدوث عطل مفاجىء فى النظام الفرملى فتصبح سببا فى وقوع حوادث جسيمة .

وتحدث الأعطال فى نظام الفرملة الهيدروليكية فى الغالب فجأة ، وعندئذ يتم الضغط على الدواسة حتى نهاية مداها (أى حتى أرضية الجرار) تقريبا دون حدوث فعل فرملى . وقد يتطلب الأمر أحيانا تشغيل دواسة الفرملة عدة مرات بتتابع متلاحق قبل حدوث الفعل الفرملى . وفى هذه الحالة يكون هناك هواء محبوس فى النظام الفرملى ، وينبغى التوجه بالجرار إلى ورشة الإصلاح على الفور .

إستنزاف (إخراج) الهواء من النظام الفرملى :

تتطلب هذه العملية شخصين . ويفتح خزان السائل الفرملى أولا ، ويستكمل بالسائل ثم تفك سدادة الاستنزاف الموجـــودة بدارة (طنبورة) الفرامل التى تكون أبعد ما يمكن عن الخزان ثم تربط مكانها وسيلة الاستنزاف (الشكل ٢٥١) . ويغمر الخرطوم الموصل بهذه الوسيلة فى وعاء شفاف مملوء بالسائل الفرملى . ويقوم أحد الشخصين بتشغيل دواسة الفرملة حتى يصبح السائل الفرملى الخارج من الخرطوم خاليا من الفقاعات الهوائية . وتترك الدواسة فى أدنى وضع لها حتى تفك وسيلة الاستنزاف وتركب سدادة الاستنزاف فى مكانها . ويستكمل

خزان السائل الفرملى ، ثم تكرر عملية الاستنزاف بجميع فرامل العجلات الأخرى . وتنبغى مراعاة ترك فرملة العجلة التى تكون أقرب ما يمكن من خزان السائل الفرملى ، لتكون آخر فرملة تجرى عليها عملية الاستنزاف .

وبعد الانتهاء من استنزاف جميع فرامل العجلات ، يستكمل النظام الفرملى مرة أخرى بالسائل الفرملى ، ويختبر من حيث انتظام تأثير أحذية الفرامل .

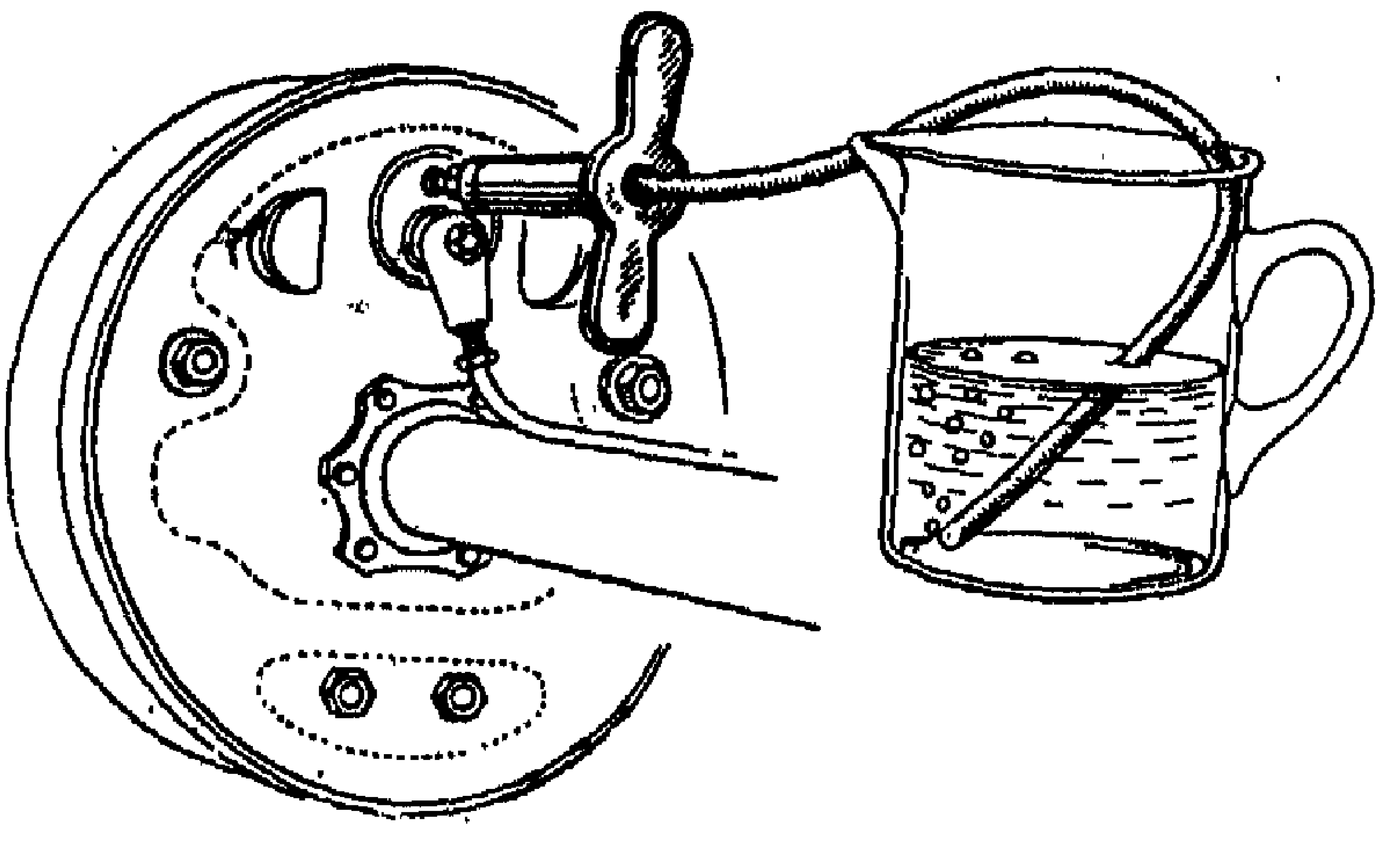
وتضبط الفرامل – التى يتطلب الأمر ضبطها – عند مسمار (بنز) كامة العجلة المطلوبة (انظر الشكل ٢٤٩) . والسائل الفرملى متلف شديد الإتلاف لطبقات الورنيش والألوان . لذلك ينبغى الحذر من ترشاش (طرطشة) هذا السائل أو انسكابه على أجزاء المركبة المدهونة .

٥ – المحاور والبايات :

(أ) عـام :

يستقر وزن الجرار على محوريه ، ومنهما ينتقل إلى العجلات ويتوزع عليها . وعندما يتحرك الجرار على الطرق غير الممهدة أو الوعرة (ذات المطبات) فإنه يتعرض لصدمات شديدة تتم مقابلتها (معادلتها) بيايات قوية .

وفى الماضى لم يكن القائمون على صناعة المركبات المنخفضة السرعات يهتمون بتركيب يايات بها ، إلا أن هذا الاتجاه لم يعد قائما فى صناعة الجرارات الحديثة التى يعتبر نظام التعليق فيها إحدى السمات الهامة فى التصميم .



شكل (٢٥١) : استنزاف (إخراج) الهواء من الفرملة الهيدروليكية .

ونظرا للتنوع الكبير فى استخدام الجرارات – وخاصة فى مجال الزراعة – فإن الجرارات تصمم بحيث تقع مراكز الثقل بها بالقرب من المحاور الخلفية .

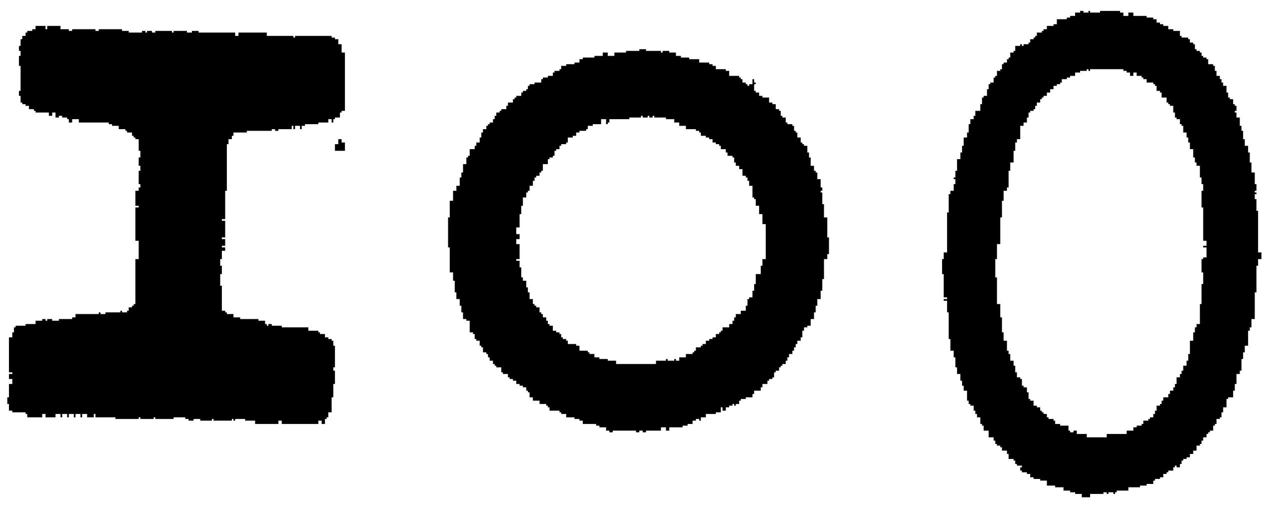
ومن ناحية أخرى ، يوزع وزن الجرار على عجلاته بحيث تكون العجلتان الأماميتان – فى حالة جر أحمال ثقيلة على الأراضى غير الممهدة – محملتين تحميلا كافيا لكفالة الأداء الجيد لجهاز القيادة والتوجيه .

(ب) المحاور الأمامية :

تكون المحاور الأمامية فى الغالب على هيئة محاور جسيئة (دناجل) . وتركب مفاصل التوجيه ، التى يحركها جهاز القيادة والتوجيه ، فى نهايات هذه المحاور . وتركب العجلات الأمامية على هذه المفاصل . وللمحاور الأمامية الجسيئة مقاطع مستعرضة مختلفة مصممة بغرض زيادة متانتها (الشكلان ٢٥٢ ، ٢٥٣) .

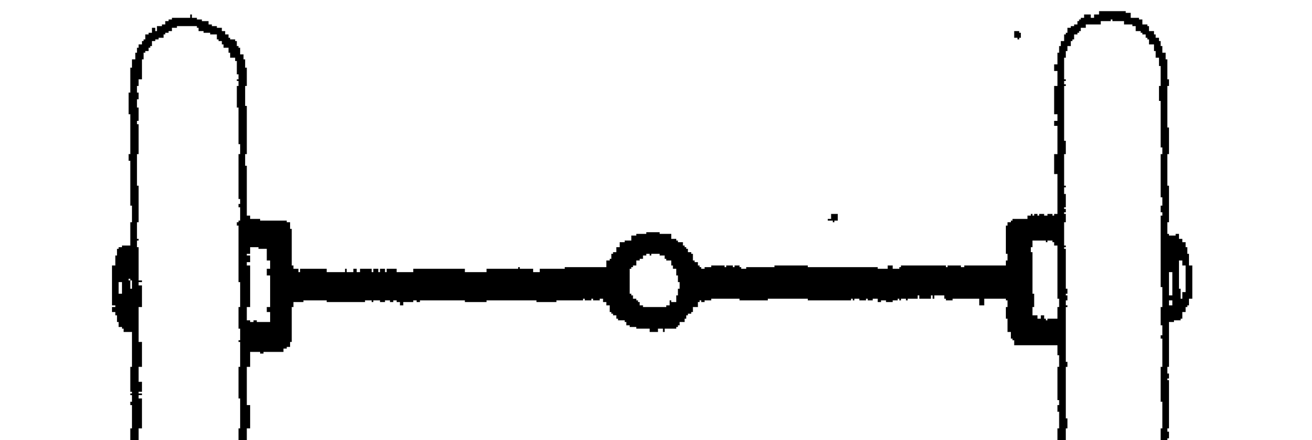
وإلى جانب المحاور الجسيئة تستخدم فى الجرارات كذلك المحاور النصفية المترجحة (المفصلية) (الشكل ٢٥٤) . وهناك تصميمات عديدة لمحاور عجلات الطريق ، وأهم ثلاثة تصميمات منها مستخدمة فى الجرارات هى (شكل ٢٥٥) :

– المحور البرجى .
– المحور ذو الشوكة (كلتا نهايته على شكل شوكة) .
– المحور ذو القبضة ، ويعرف كذلك باسم المحور طرز مرسيدس (كلتا نهايتيه على شكل قبضة اليد) .

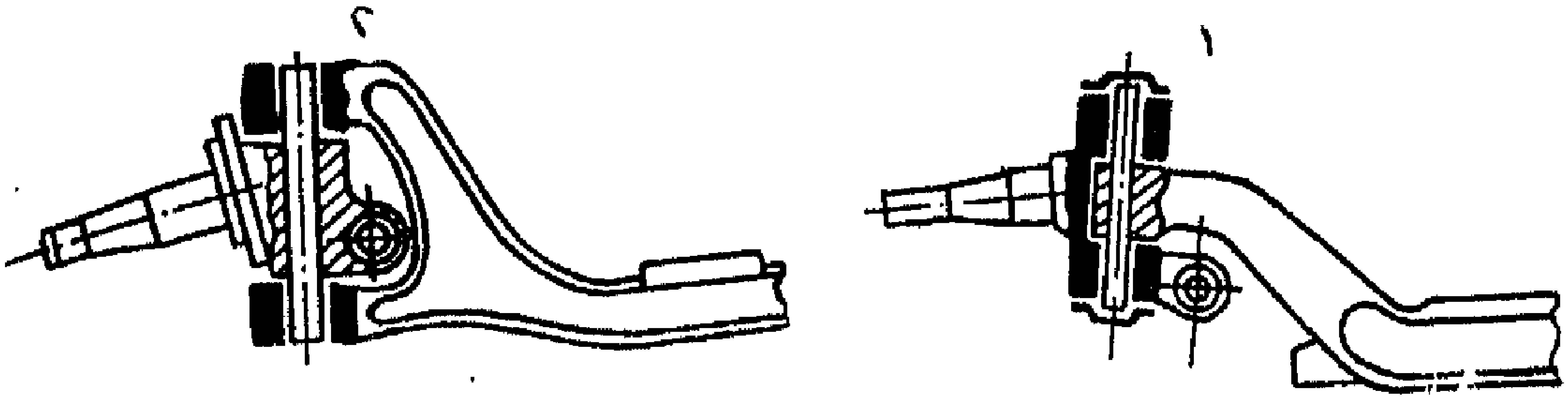


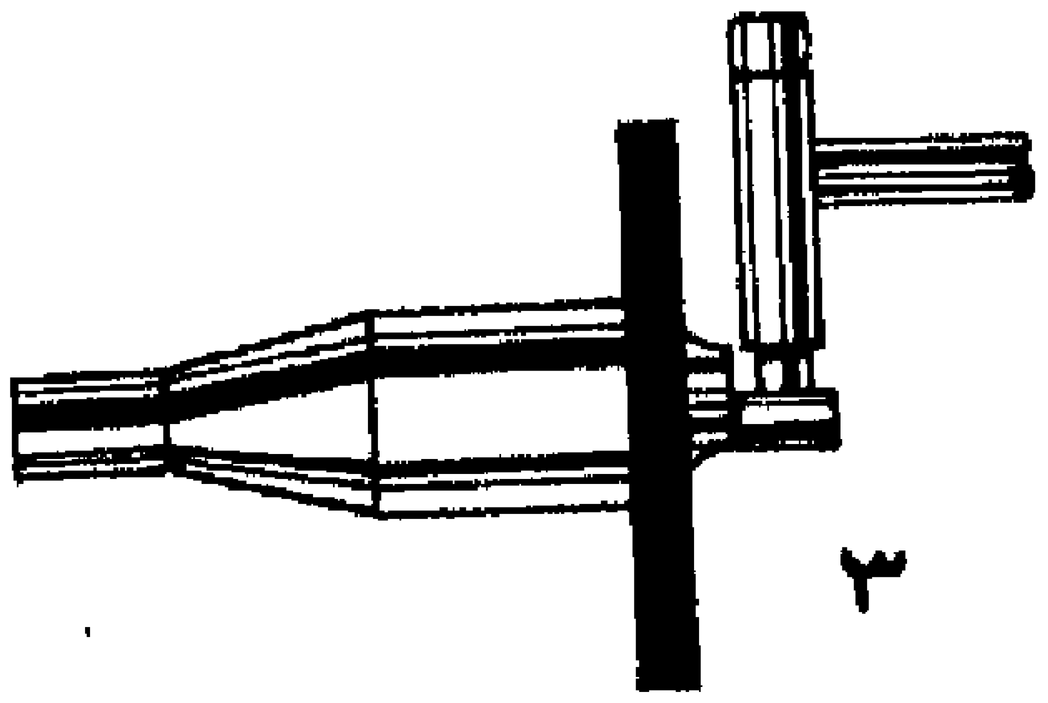
شكل (٢٥٢) : المقاطع المستعرضة للمحاور الأمامية .

شكل (٢٥٣) : رسم تخطيطى لمحور أمامى جسئ (دنجل)



شكل (٢٥٤) : محور نصفى مترجح (مفصلى) .



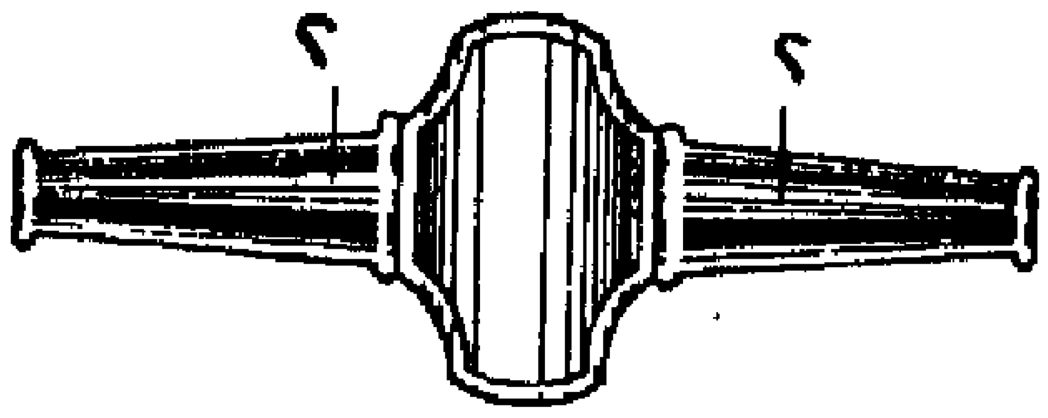


شكل (٢٥٥) : أنواع مختلفة من المحاور .
١ – المحور ذو القبضة
٢ – المحور ذو الشوكة
٣ – المحور البرجى

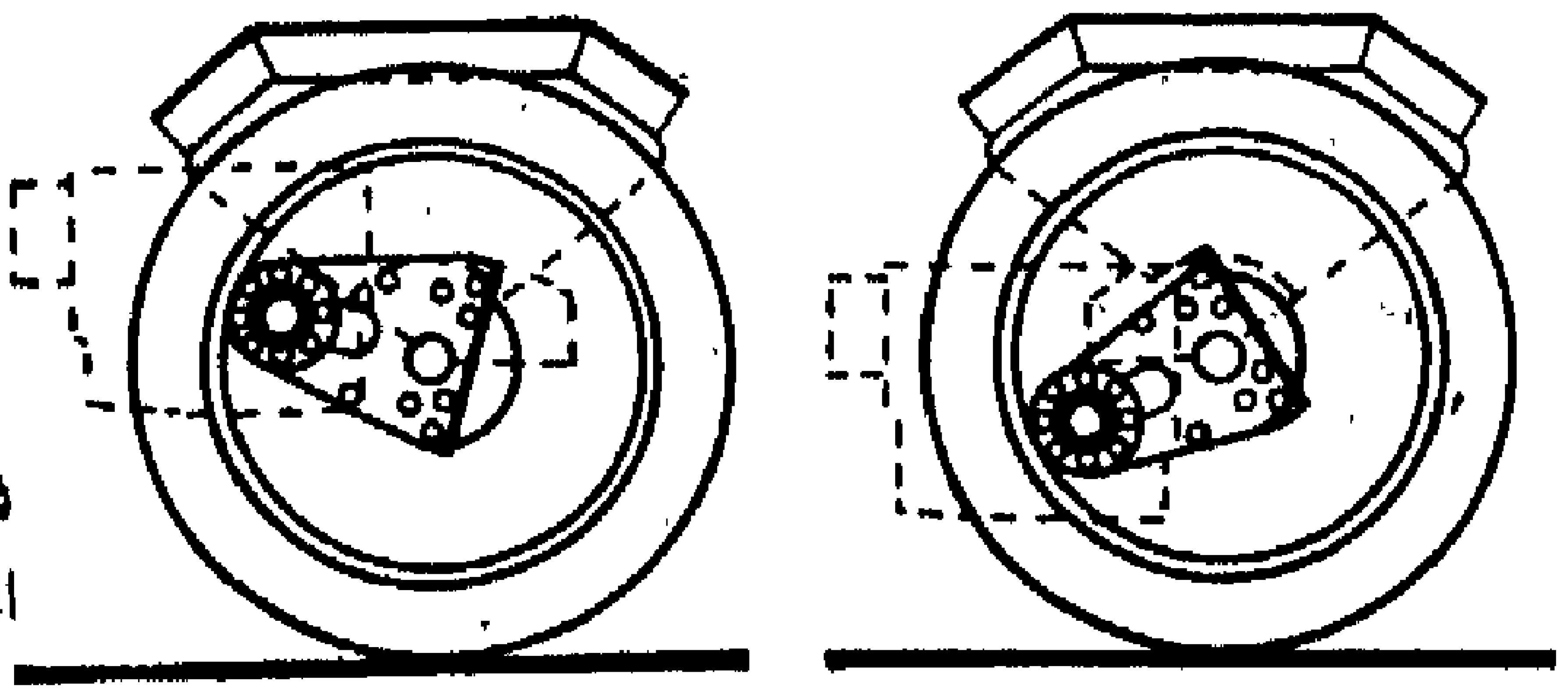
(ج) المحاور الخلفية :

تتحرك الجرارات عادة عن طريق المحاور الخلفية . ومن ثم فإن مجموعة نقل الحركة (صندوق التروس أساسا) بالجرار يجب أن تتصل بالمحور الخلفى . ومبيت (علبة) المحور الخلفى هو الجزء الذى يحمل حمله (الشكل ٢٥٦) . وتتصل بكل نهاية من نهايتى هذا المبيت ماسورة مستدقة (مسلوبة) تضيق تدريجيا نحو الخارج . ويحتوى المبيت على مجموعة إدارة المحور ومجموعة التروس الفرقية وساطة التثبيت الفرقية . ويولج عمودا المحور الخلفى فى الماسورتين المستدقتين المذكورتين .

وعمودا المحور الخلفى لهما نهايتان مخددتان تبرزان فى مجموعة التروس الفرقية صانعتين وصلة آمنة . والجزءان من المحور الخلفى اللذان تركب بهما العجلتان الخلفيتان مستدقين (مسلوبين) . وهما ينقلان حركة المحور الخلفى الدورانية إلى عجلتى الطريق (أى العجلتين



شكل (٢٥٦) : مبيت (علبة) المحور الخلفى .
١ – علبة مجموعة إدارة المحور ومجموعة التروس الفرقية .
٢ – ماسورة مستدقة (مسلوبة) تضيق تدريجياً نحو الخارج .



شكل (٢٥٧) : ضبط مجموعة الإدارة النهائية لزيادة الخلوص الأرضى .

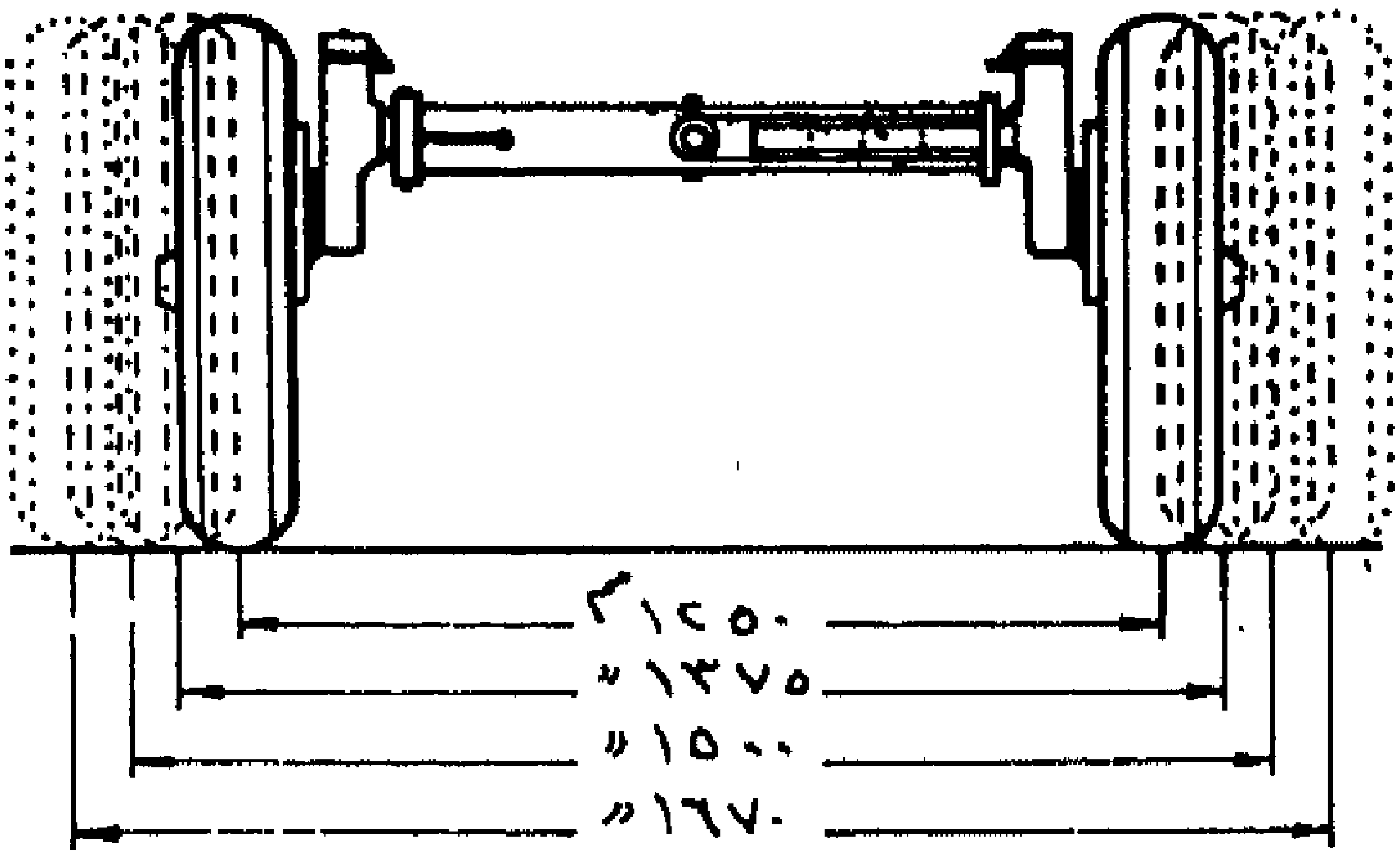
الخلفيتين) عن طريق خابورين عاديين . وتزود الأنواع الأخرى من المحاور الخلفية بشفاه (فلانشات) تركب بها صرر العجلات . وهناك أنواع مختلفة من الجرارات لها محاور خلفية ذوات مسامير مستدقة (تضيق تدريجيا نحو الخارج) تركب بها أعمدة المناولة النهائية . ويمكن ضبط مجموعة الإدارة النهائية فى هذه الأنواع لزيادة الخلوص الأرضى الذى يجب أن يكون حوالى ٤٠ سم فى ظروف التشغيل العادية (الشكل ٢٥٧) .

(د) تغيير المسافة بين العجلتين :

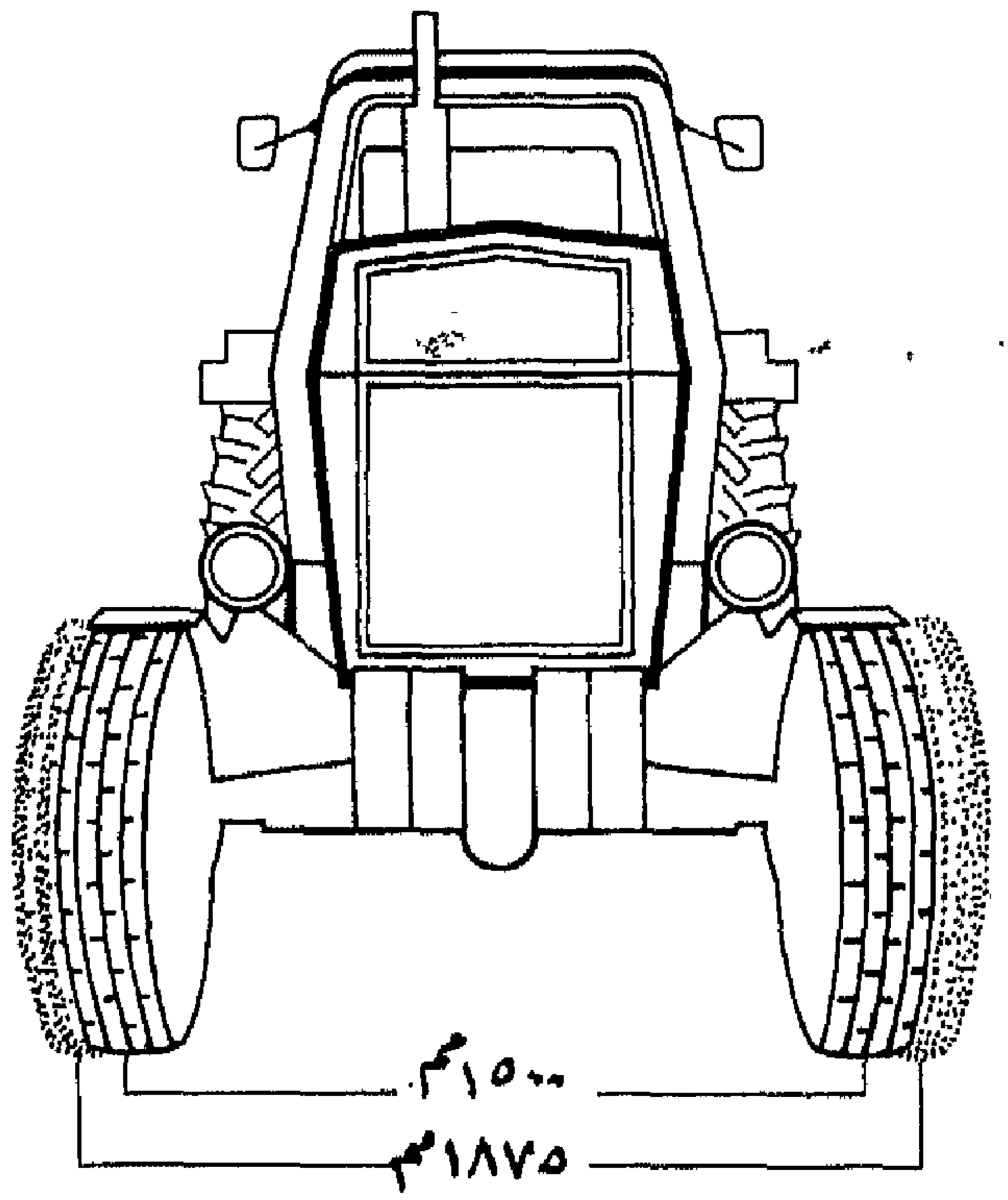
يتطلب العمل فى الحقول من سائق الجرار – فى الغالب – تغيير المسافة بين عجلتى الجرار (الأماميتين أو الخلفيتين أو كلتيهما) لمواءمتها مع أنواع المحاصيل . وتتراوح هذه المسافة عادة بين ١٢٥ سم و ١٥٠ سم . إلا أن بعض المحاصيل قد تتطلب مسافات أكبر من ذلك . ولمقابلة هذه المتطلبات تصمم الجرارات الحديثة بحيث يمكن ضبط المسافة بين العجلتين فيها .

وتضبط المسافة بين العجلتين الأماميتين عادة بضبط المحور الأمامى التلسكوبى التصميم . ويوضح الشكل ٢٥٨ كيفية ضبط هذه المسافة بجرارات المعدات ، ولإجراء ذلك يرفع الجرار أولا على كتل ، وتفك مسامير الربط المقلوظة . ثم تسحب مسامير التثبيت وتضبط نهايتا المحور ذواتا القبضة (كل نهاية منهما على شكل قبضة اليد) حسب المسافة المطلوبة بين العجلتين . ويجب كذلك ضبط ذراع الازدواج (عمود الدرب) . ويمكن إجراء ذلك بعد فك مسامير الربط المقلوظة الموجودة بها . ويوضح الشكل ٢٥٩ تصميما آخر لمحور تلسكوبى التصميم .

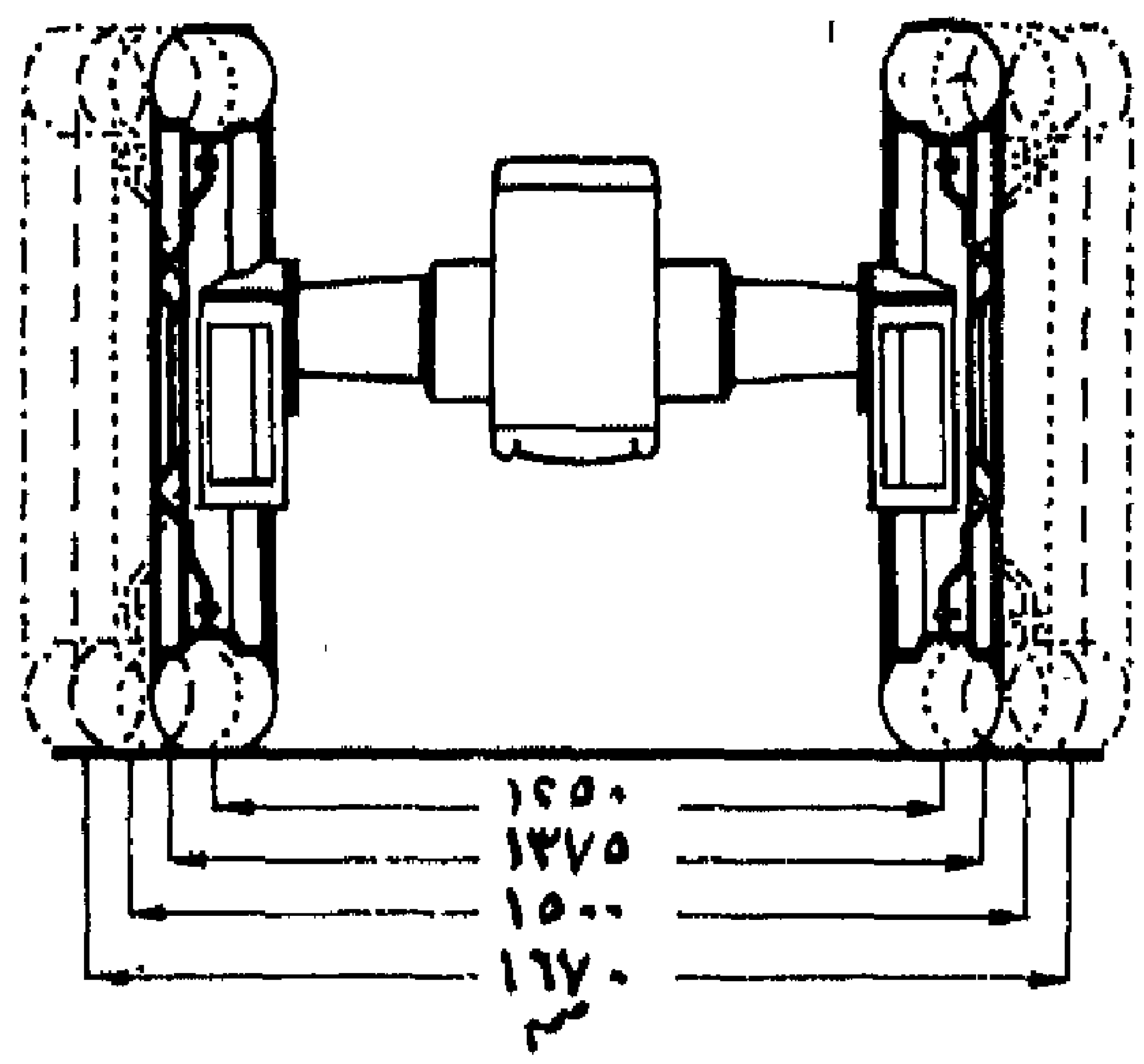
ويمكن جعل عدد مرات ضبط المسافة بين العجلتين الأماميتين أقل من عدد مرات ضبطها بين العجلتين الخلفيتين .



شكل (٢٥٨) : محور تلسكوبى
(خاص بجرار المعدات طرز : ٥٠٩)



شكل (٢٥٩) : محور تلسكوبى خاص بالجرار ذى العجلات طرز ZT 300 : يمكن ضبط المسافة بين العجلتين تدريجيا على مراحل من ١٥٠٠م إلى ١٨٧٥م لمؤاءمتها مع نوع المحصول المطلوب حصاده .



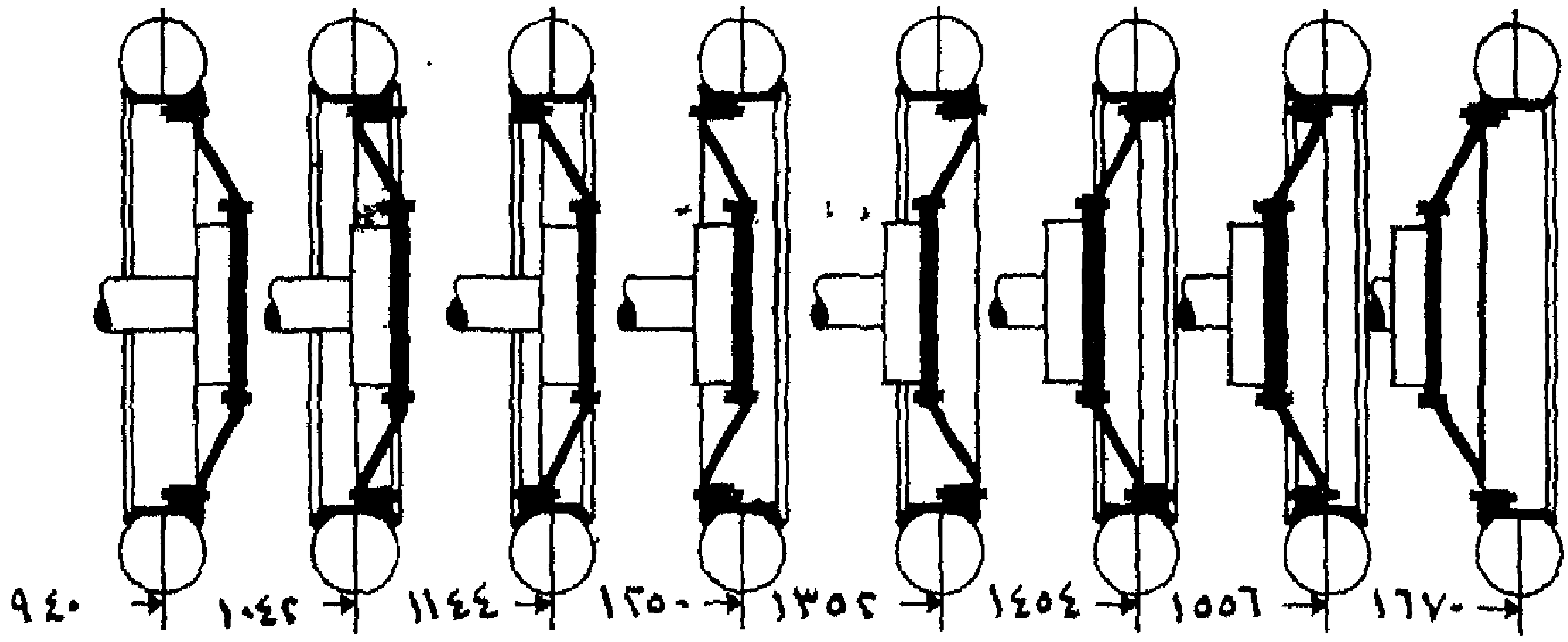
شكل (٢٦٠) : تغيير وضع قرص العجلة بالنسبة لجهاز تعليقها .

ويمكن تغيير المسافة بين العجلتين الخلفيتين بإحدى الطرق التالية :

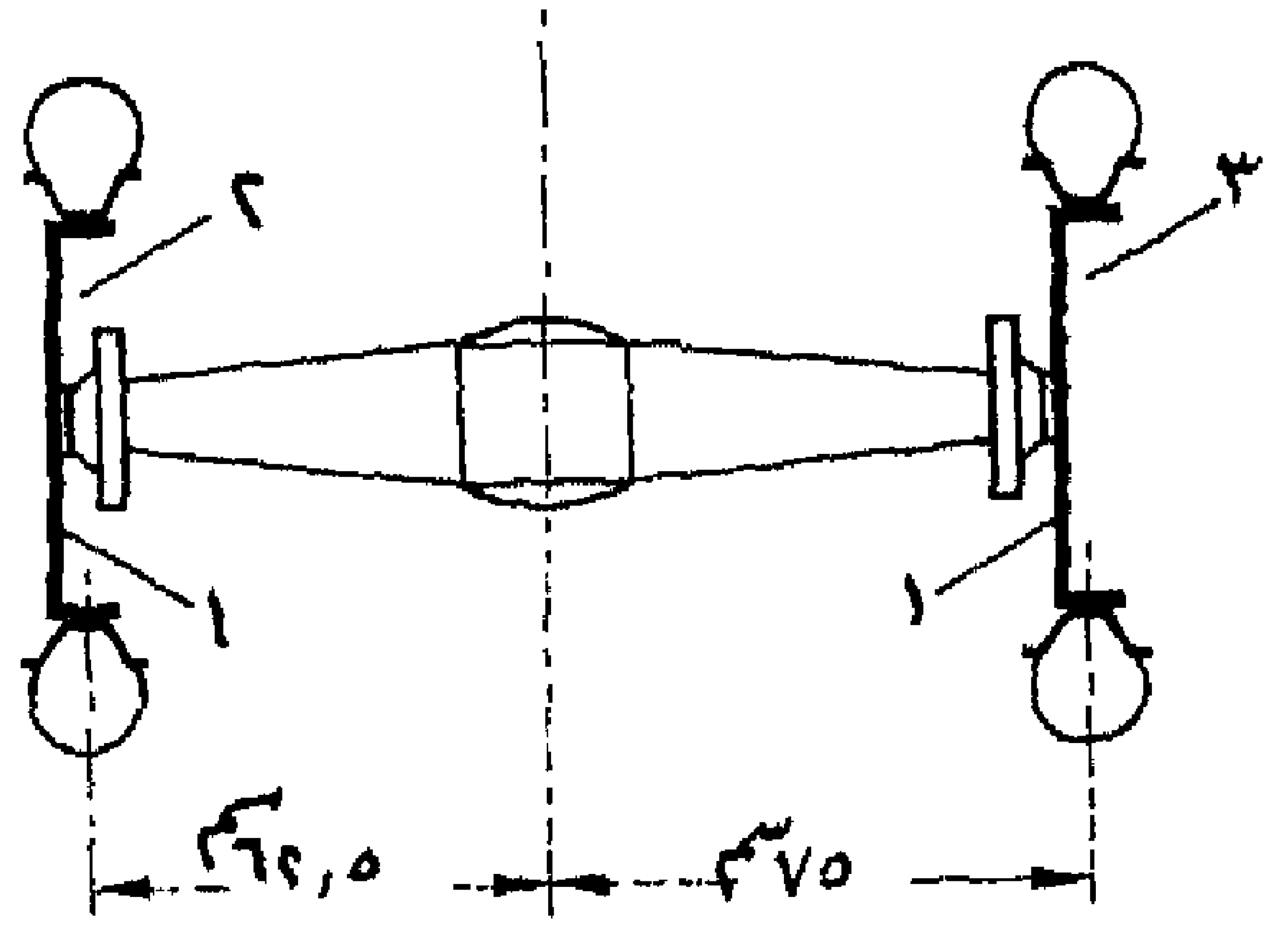
- تغيير وضع قرص العجلة بالنسبة لجهاز تعليقها (الشكل ٢٦٠) .
- تغيير وضع حافة (طارة) العجلة بالنسبة لقرصها (الشكل ٢٦١) .
- التركيب غير المتماثل للعجلتين بعكس وضع قرص عجلة واحدة منهما فقط . وحديثا ، تزود الجرارات بوسائل ميكانيكية لضبط المسافة بين العجلتين فى نطاق لا نهائى .

(ه) تغيير الخلوص الأرضى :

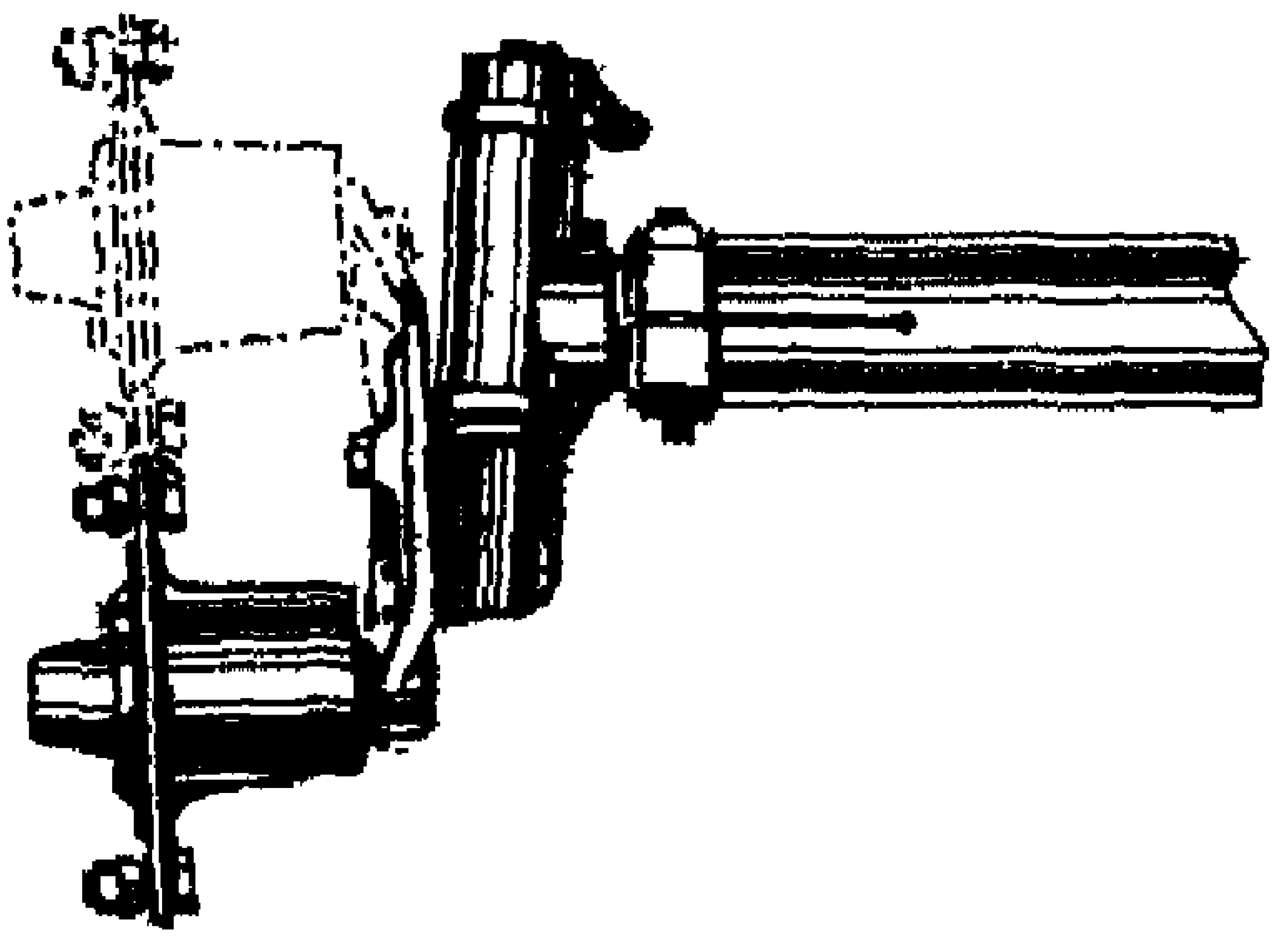
قد لا يتطلب الأمر تغيير المسافة بين العجلتين فحسب ، بل وتغيير الخلوص الأرضى كذلك ، وخاصة فى مجال الزراعة . ويوضح الشكل ٢٥٧ كيفية تغيير الخلوص الأرضى لجرار المعدات



شكل (٢٦١) : تغيير وضع حافة (طارة) العجلة بالنسبة لقرصها .



شكل (٢٦٢) : التركيب غير المتماثل لقرصى العجلتين .
١ – قرص العجلة
٢ – الشكل البروفيلى للعجلة إلى الداخل
٣ – الشكل البروفيلى للعجلة إلى الخارج .



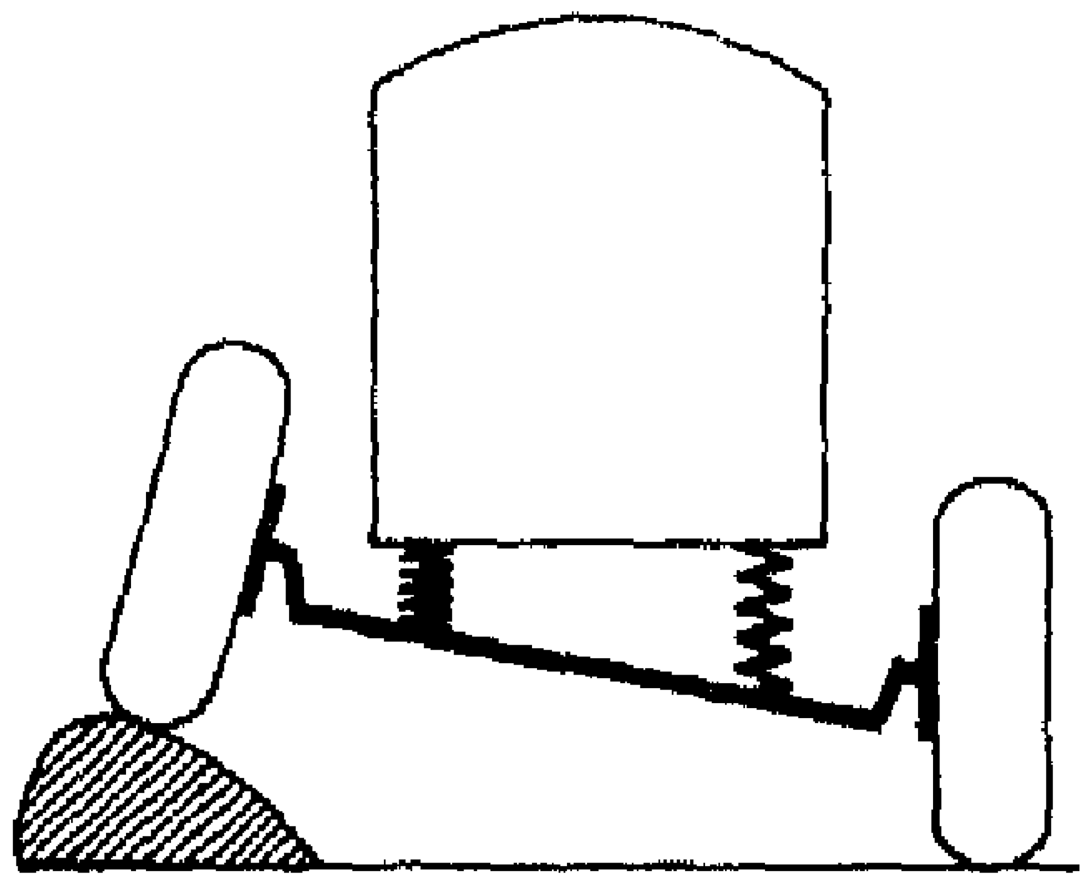
شكل (٢٦٣) : تغيير الخلوص الأرضى عند المحور الأمامى لجرار المعدات طرز : R 509

من ٢٤ سم إلى ٤٨ سم بضبط مجموعة الإدارة النهائية بالمحور . ويوضح الشكل ٢٦٣ كيفية تغيير الخلوص الأرضى عند المحور الأمامى .

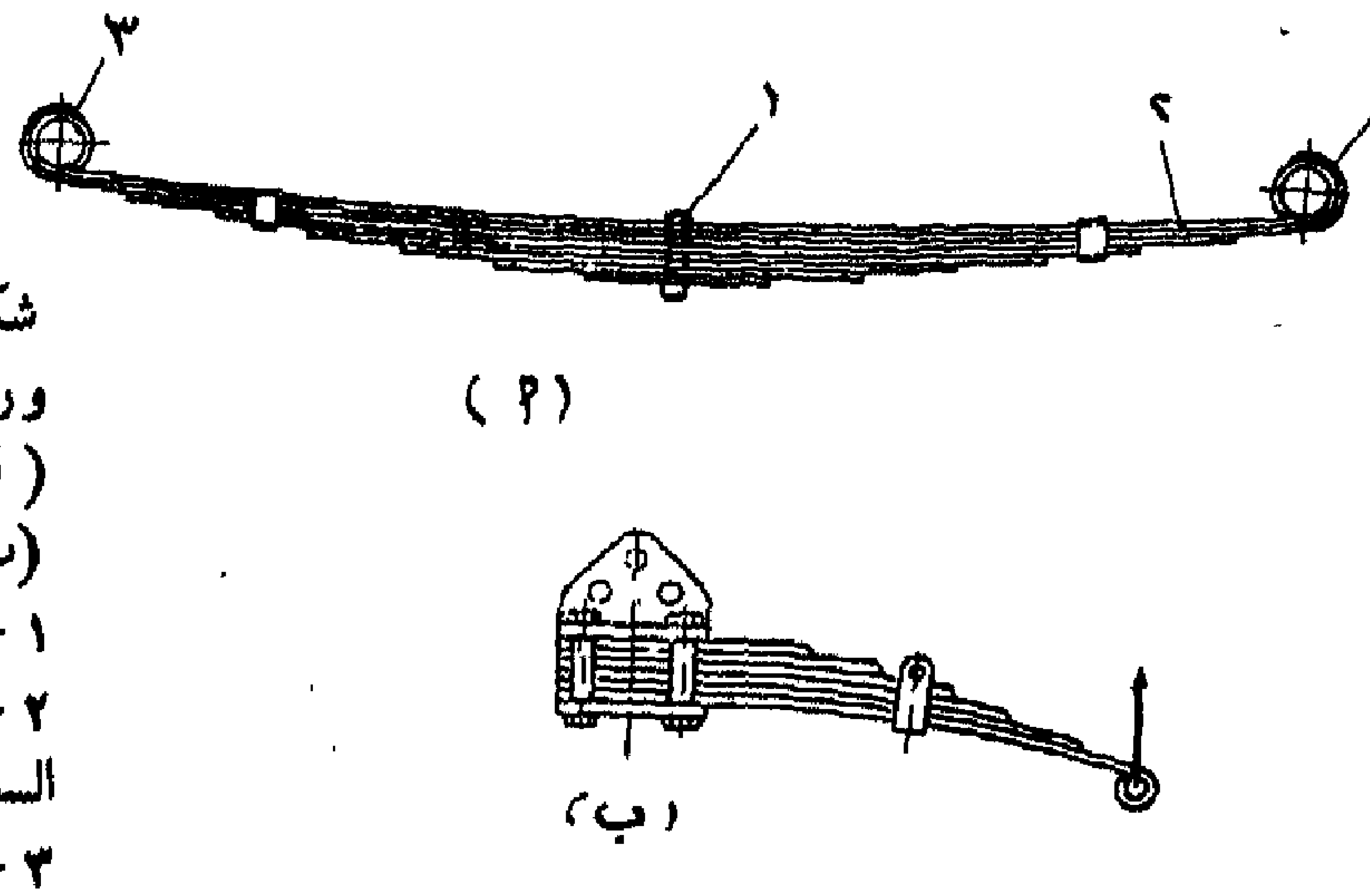
(و) اليايات .

تنتقل أية وعورة (خشونة) فى الطريق إلى عجلات المركبة (الجرار) ومحوريها مباشرة . وليس لأى جزء فى المركبة تأثير ماص للصدمات سوى الوسائد الهوائية الممثلة فى الإطارات المنفوخة بالهواء المضغوط . لذلك فبدون وجود جهاز تعليق مناسب فى أى جرار حديث يتعرض

هذا الجرار فى أثناء سيره لصدمات شديدة . وفضلا عن ذلك فإن الجرار – حتى ولو تحرك جنب واحد منه فقط على أرض وعرة (الشكل ٢٦٤) – لكان هيكله الأساسى كله عرضة للتلف الشديد ، وهذا له وقعه الشديد الإضرار بمجموعات نقل الحركة . ولهذا السبب تعلق المحاور الأمامية فى الوقت الحاضر بوساطة يايات تربط بالإطار المعدنى للمركبة أو توجد بهيكلها الأساسى. وهذا النظام من التعليق يمنع الجرار من الترنح ويمكن التعويل عليه لتسيير الجرار بكفاءة على الطرق ، كما أنه يحسن من خصائص قيادته والمناورة به . وكانت اليايات الورقية هى المستخدمة من قبل على نحو شائع ، غير أن اليايات الحلزونية قد تزايد إستخدامها حديثا .



شكل (٢٦٤) : رسم تخطيطى يبين وظيفة نظام (جهاز) التعليق عندما تسير إحدى العجلات على أرض غير ممهدة (وعرة)



شكل (٢٦٥) : يايان ورقيان .
(ا) ياى نصف بيضاوى
(ب) ياى ربع بيضاوى
١ – مسمار المنتصف
٢ – الورقة الكبرى (أم السوستة) وبها عروتان(عينان)
٣ – عروتان للتثبيت

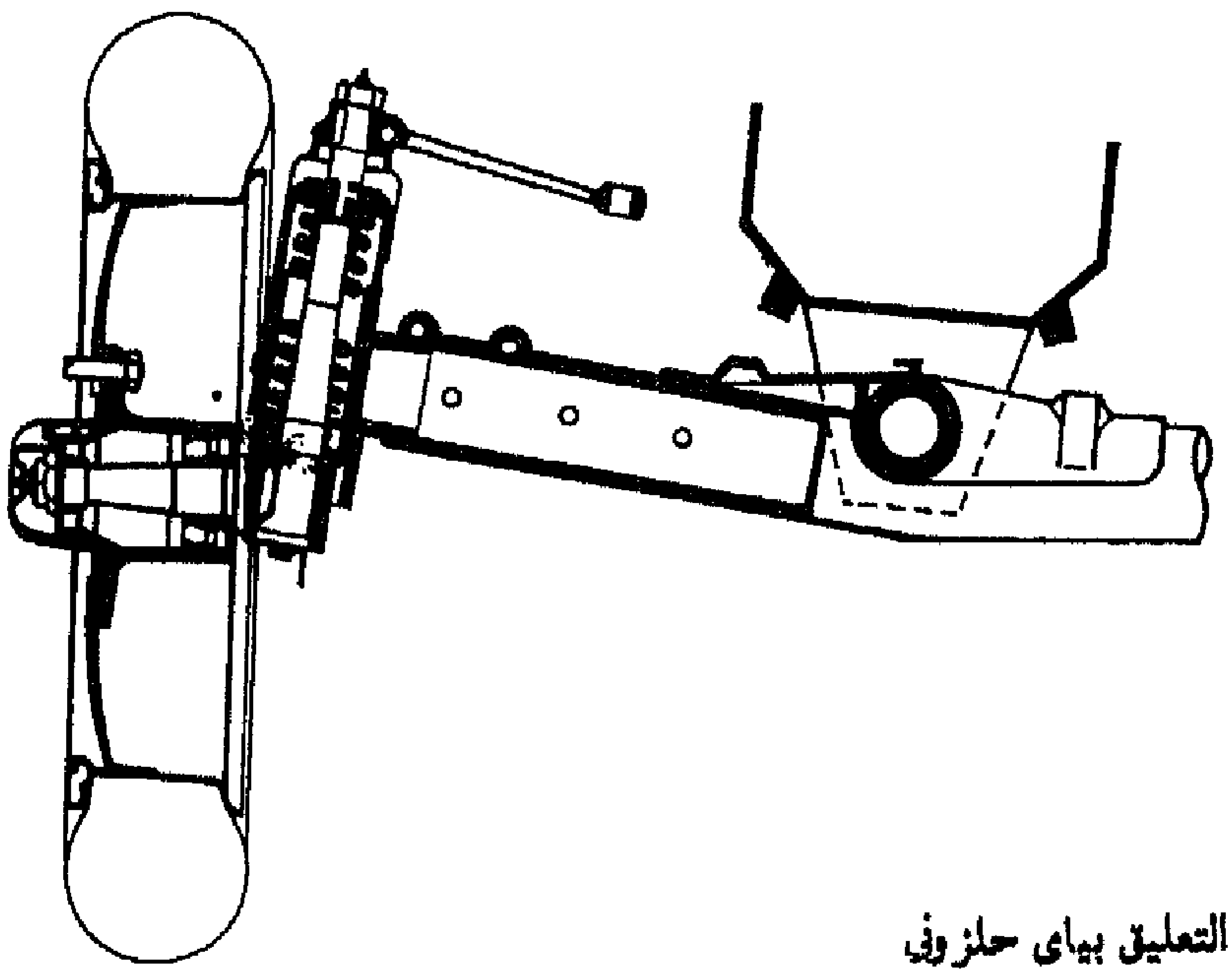
ويظهر فى الشكل ٢٦٥ يايان ورقيان . وورقة الياى الكبرى (أم السوسته) تنتهى بعروتين (عينين) فى طرفيهما ، أو بعروة (عين) واحدة فى طرف واحد منها . وتجمع مع بقية الأوراق بوساطة مسمار مقلوظ يعرف باسم مسمار المنتصف (مسمار نصف السوستة) فى حالة الياى نصف البيضاوى .

أما الورقة التالية لها فتصمم بحيث تحيط بعروة الورقة الكبرى ، أو بعروتيها ، كليا أو جزئيا ، كإجراء وقائى يخدم فى حالة انكسار الياى .

والیايات نصف البيضاوية تمنع ورقاتها من التحرك جانبيا بتركيب شكل (مشابك) بها بالقرب من طرفيها .

وتركب اليايات الورقية إما موازية لاتجاه التحرك أو عمودية عليه ، وتسمى عندئذ يايات طولية أو يايات مستعرضة على الترتيب . واليايات الطولية بالجرارات هى أساسا يايات ربع بيضاوية . وتوضع كمية كافية من الشحم أو الزيت دائما بين أوراق اليايات لمنع تلفها ، ولكفالة الأداء الجيد لليايات .

واليايات الحلزونية (شكل ٢٦٦) يتزايد استخدامها فى الجرارات الحديثة . وهى تستخدم بصفة خاصة فى حالة التعليق المستقل للعجلات ، وتسهم بنصيب وافر فى تحسين قدرة الجرارات (المركبات عموما) على التحرك على الطرق .



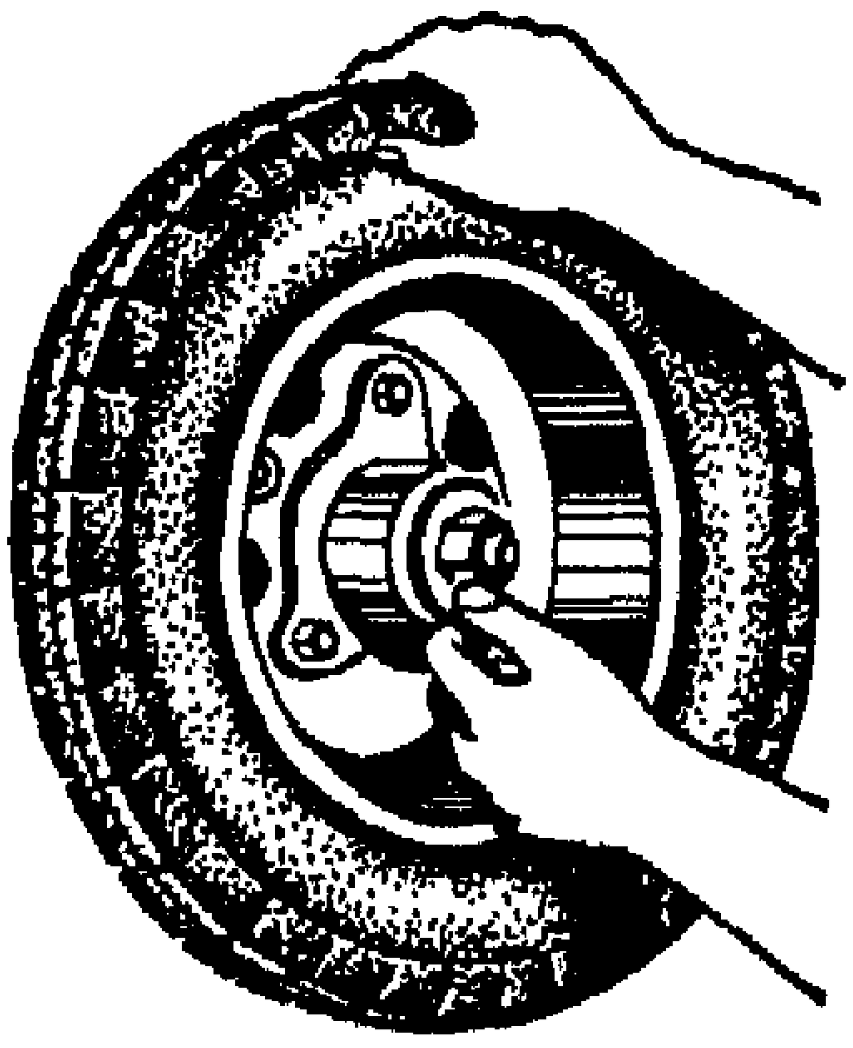
شكل (٢٦٦) : التعليق بياى حلزونى

(ز) ملاحظات تتعلق بالصيانة والإصلاح :

١ – يجب تزييت اليايات الأمامية فى عدة مواضع موضحة فى خريطة التزييت والتشحيم الواردة بكتيب إرشادات التشغيل . وهذه المواضع ينبغى تزييتها بعد كل خمس ساعات من ساعات التشغيل .

٢ – تركب العجلات الأمامية على مفاصل التوجيه بوساطة محامل دحروجية مستدقة أو محامل ذوات كريات (رولمانات بلى) . ونظرا لتعرض هذه المحامل لأقصى الإجهادات، فإنه يجب اختبارها فى فترات منتظمة . وينبغى اختبار المجموعة المفصلية كلها من حيث اللعب (الخلوص) المحورى خاصة ، إذ أن هذا اللعب يتسبب فى تآكل المحاور قبل الأوان .

ولاختبار اللعب المحورى بالعجلة يرفع الجرار بمرفاع (كوريك) بحيث تصبح عجلتاه الأماميتان حرتى الحركة . وتحرك العجلة جيئة وذهابا فى الاتجاه المحورى بإحدى اليدين ، بينما يختبر إبهام اليد الأخرى اللعب (الخلوص) بين قرص الضغط وبين صرة العجلة (الشكل ٢٦٧)



شكل (٢٦٧) : اختبار اللعب (الخلوص) المحورى فى العجلة .

ويضبط اللعب المحورى فى العجلة من صامولة المحور التى يجب ربطها حتى يظهر الإحساس بمقاومة . وينبغى تفادى استخدام قوة ربط زائدة حتى لا تتلف المحامل ذوات الكريات (رولمانات البلى) . وبعد ذلك يجب فك رباط صامولة المحور قليلا بحيث يمكن إيلاج التيلة المشقوقة بأقل لعب ممكن فى العجلة .

٣ – عند تركيب المحامل ينبغى تشحيمها . وينبغى التأكد من وجود كية كافية من شحم المحامل فى الغطاء الذى يغطى صامولة المحور ، وذلك لكفالة التشحيم الجيد فى أثناء التشغيل .

٤ – المحاور المعوجة يجب استعدالها على البارد ، إذا كان الاستعدال ممكناً ، لأن تسخين المحاور يقلل من متانتها بشكل ملحوظ فتصبح عديمة الفائدة .

٥ – عند إجراء الصيانة تنبغى صيانة اليايات الورقية . ويجب رش أوراقها بمادة تزييت محتوية على الجرافيت من وقت لآخر (بعد كل ٥٠ ساعة من ساعات التشغيل تقريباً) . ولإجراء ذلك يرفع الجرار أولا على كتل بحيث تتحرر يااياته الورقية . وبعد تنظيفها مبدئياً بالماء ترش مادة التزييت المحتوية على الجرافيت بين الأوراق بوسيلة رش تعمل يدوياً أو بالهواء المضغوط . وتعمل مادة التزييت هذه على تقليل المقاومة الاحتكاكية ومنع الصدأ بينها .

ومن الأفضل خلع اليايات الورقية وتفكيكها فى حالة الإصلاحات الرئيسية (العمومية) . ويختبر التآكل بكل ورقة من ورقات الياى بعد تنظيفها كلية .

٦ – يجب اختبار الشد الصحيح بكل ياى ورق . وإذا لم يكن الشد به مرضياً فيعاد شده ولا تجرى هذه العملية إلا فى ورشة متخصصة .

٧ – الشكل (المشابك) السائبة تتسبب فى انكسار ورقات الياى من منتصفها (عند مسمار المنتصف) .

٦ — العجلات ، وقاعدة اللف ، والاطارات :

(أ) عـــام :

الجرارات ذوات العجلات لهـا فى المعتاد أربع عجلات ، تختص العجلتان الخلفيتان منهـا بتحريك الجرار .

وفى السنوات الأولى لصناعة الجرارات كانت العجلات ذوات الإطارات الحديدية مستخدمة على نطاق واسع . وكانت هذه الإطارات ثقيلة الوزن ولا تناسب إلا السرعات المنخفضة ، كما كانت متلفة لأسطح الطرق المرصوفة التى تسير عليهـا . وفضلا عن ذلك فقد كانت العجلات ذوات الإطارات الحديدية نفسهـا تتلف غالباً عند ما تسير فوق الأحجار الكبيرة .

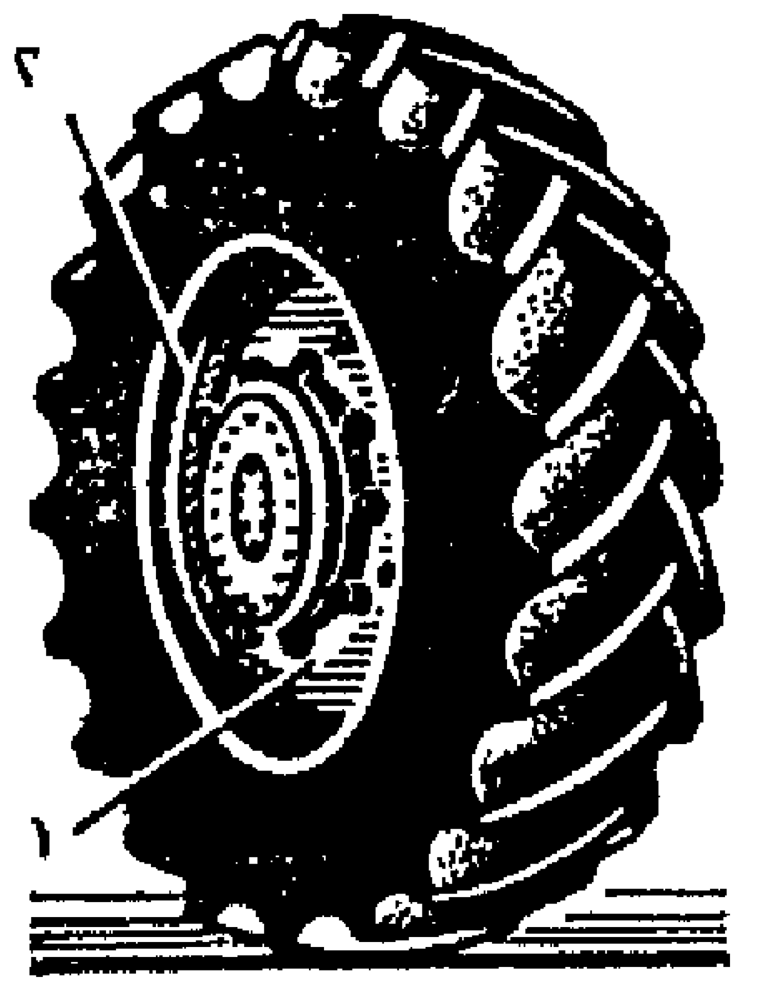
ومنذ عام ١٩٢٧ استخدمت فى الجرارات الإطارات المنفوخة بالهواء المضغوط ، فأكسبتهـا خصائص نوعت استخدامها كما هى الحال فى الوقت الحاضر .

وللاستفادة من القدرة الكاملة للمحرك ، وللعمل على التحرك بأقصى قدرة ، ولتهيئة أفضل أداء للجرار ، ينبغى أن تكون للعجلات القائدة (الخلفية غالباً) خصائص مختلفة ، منهـا : الالتصاق (القفش) الجيد بالأرض بمساحات تلامس مناسبة لظروف التربة المختلفة .

وينبغى أن يعلم كل سائق جرار أن قوة الجر بالجرار تتوقف على درجة التصاق العجلات بالأرض . وهنا يعتبر وزن الجرار عاملا هاماً . فكلما تحسن الالتصاق بالأرض أمكن تقليل وزن الجرار . وفى الواقع يقل التصاق العجلات بالأرض غالباً بسبب الظروف غير المواتية للتربة . لذلك فإنه يجب من ناحية أخرى زيادة وزن الجرار لكفالة الأداء الجيد له .

(ب) العجلات :

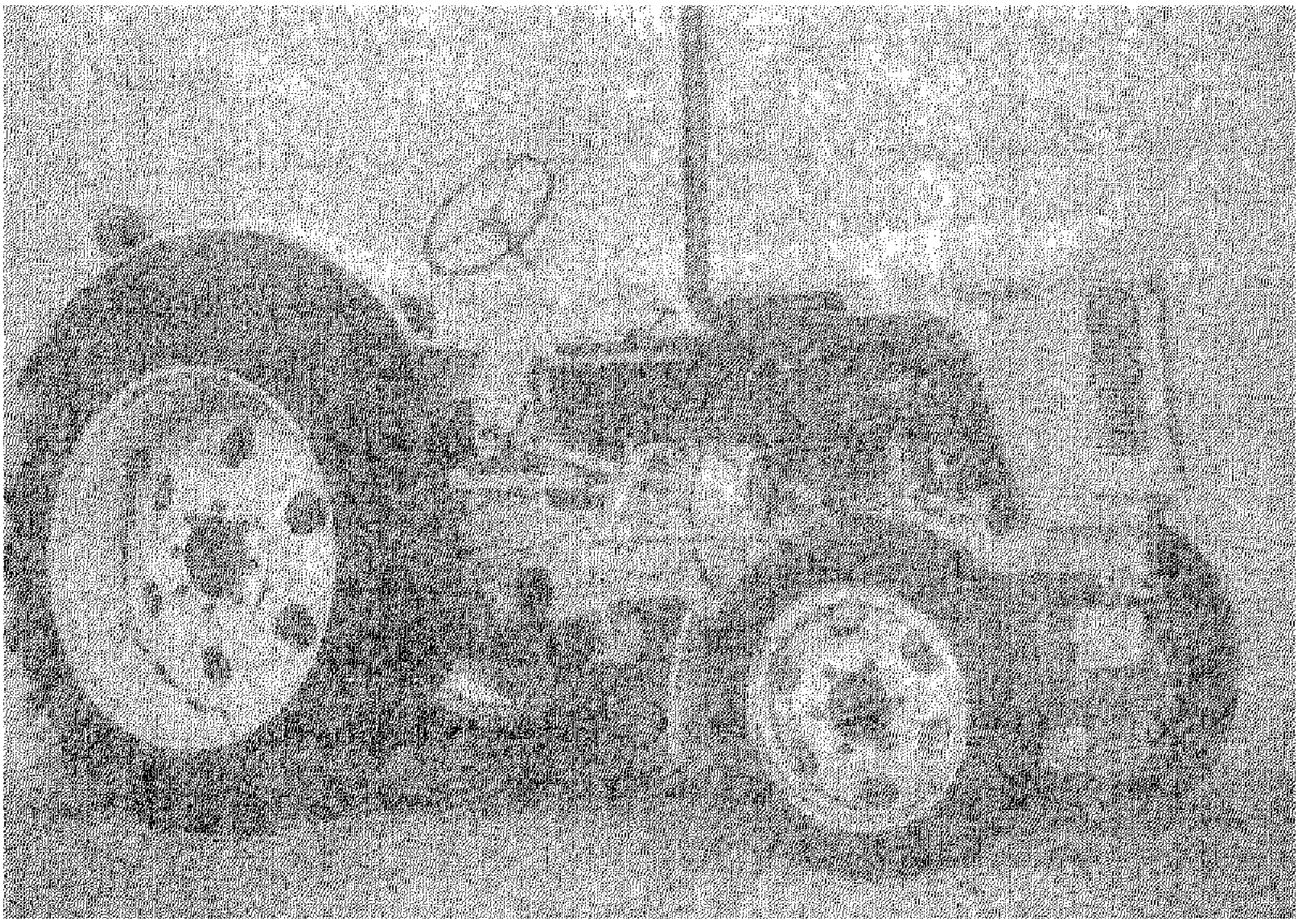
تتكون عجلة الجرار (الشكل ٢٦٨) من الصرة (القرص) والحافة (الطارة)



شكل (٢٦٨) : عجلة الجرار .
١ — صرة العجلة (وتعرف كذلك باسم القرص)
٢ — الحافة (الطارة)

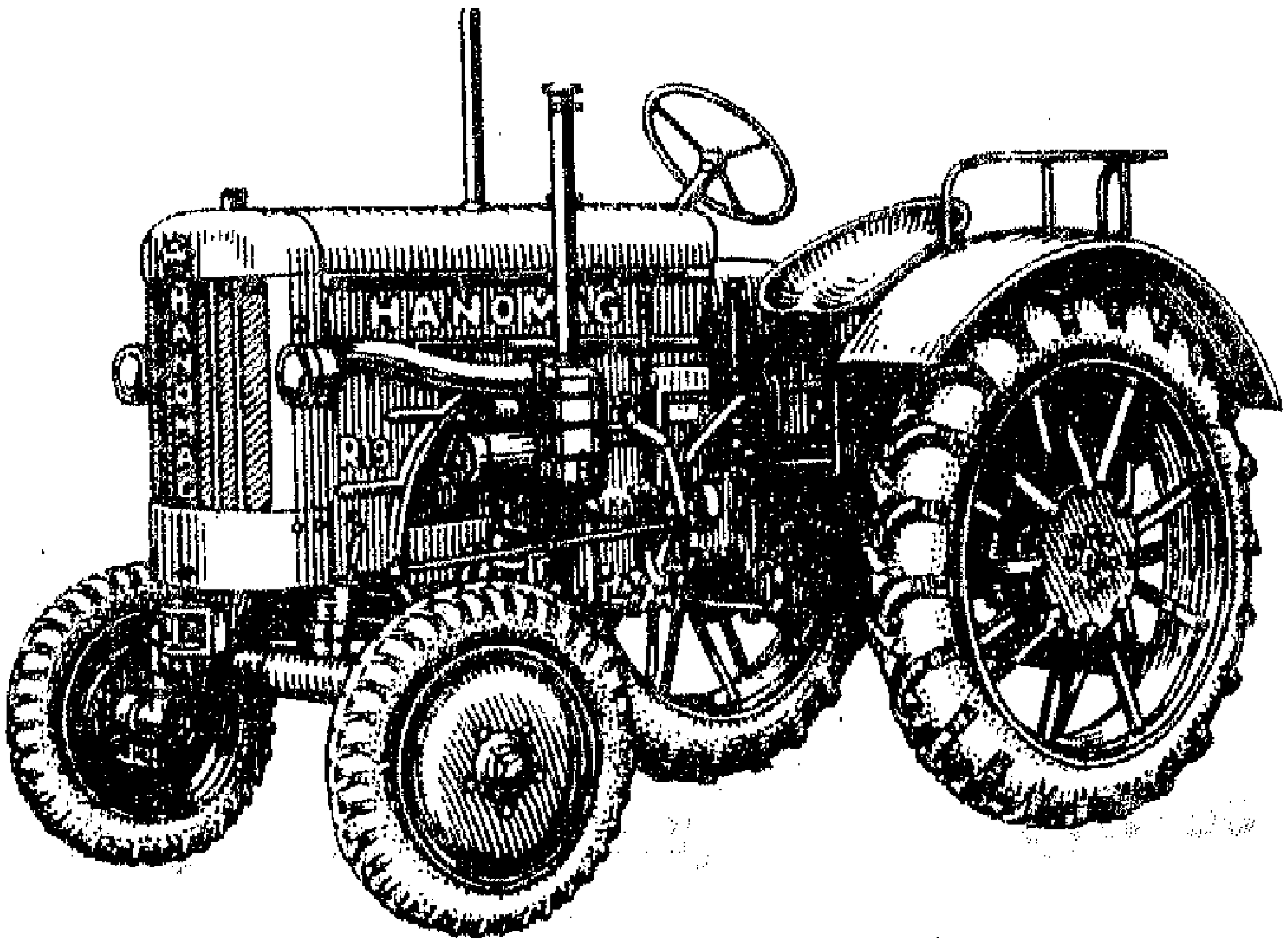
صرة العجلة :

تستخدم العجلات القرصية فى الجرارات على نحو شائع (الشكل ٢٦٩) . ولزيادة متانة

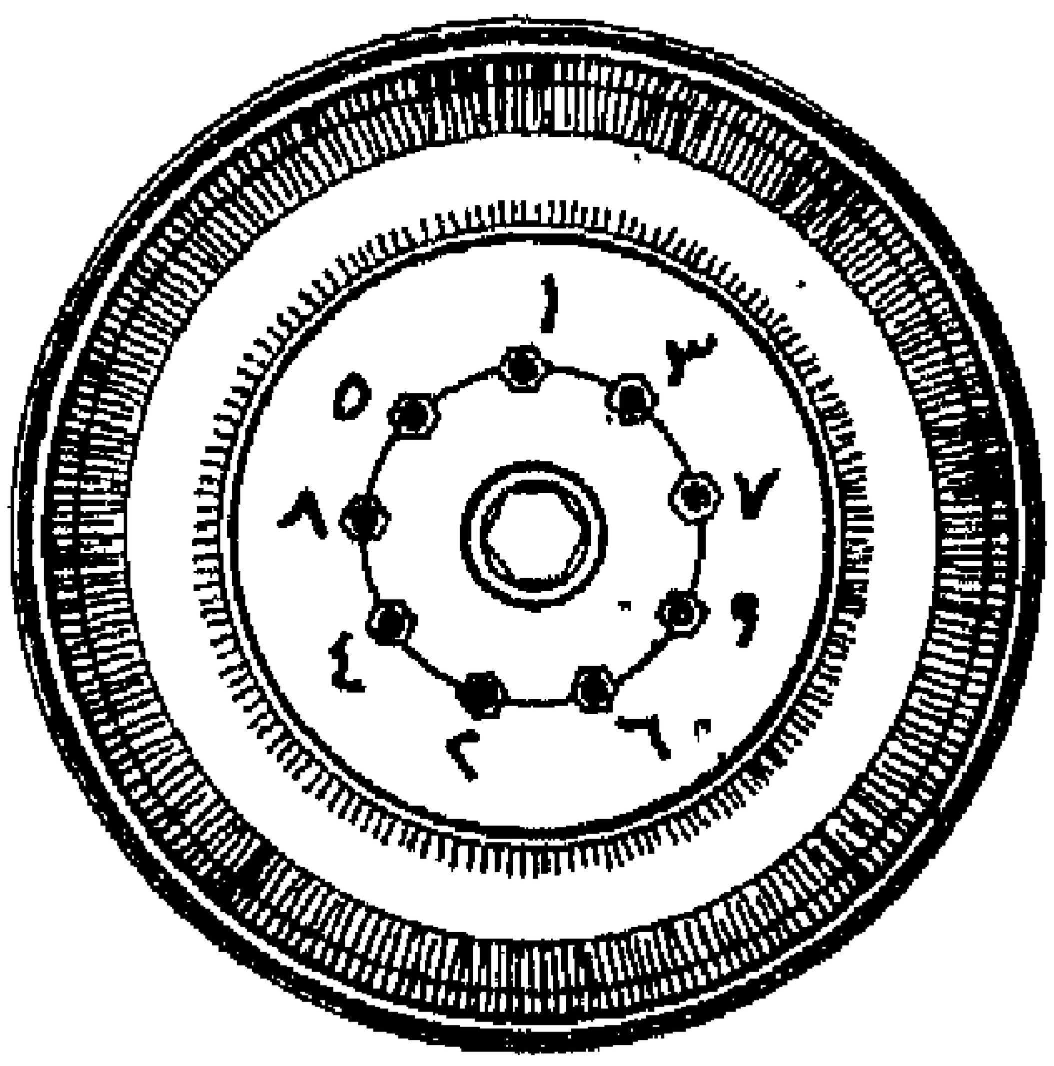


شكل (٢٦٩) : جرار بعجلات قرصية (الجرار طرز Fam u/a 536) .

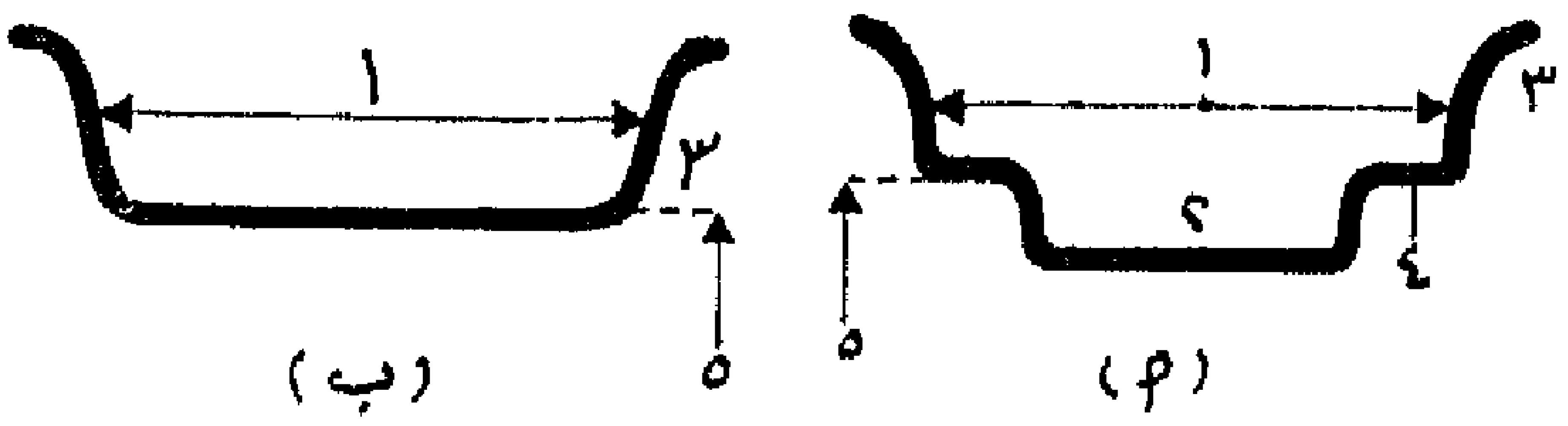
صرة العجلة ، فإنهـا تصنع بمقطع مخروطى او متموج ، وتلحم بحافة العجلة او تربط بهـا بمسامير مقلوظة . وقد تستخدم أحياناً العجلات ذوات البرامق السلكية (الشكل ٢٧٠) التى تتميز بقوتهـا الكبيرة وانخفاض وزنهـا بشكل ملحوظ عن وزن العجلات القرصية .



شكل (٢٧٠) : جرار بعجلات ذوات برامق سلكية .
(الجرار طرز : R 19 ، ١٩ قدرة حصانية ، من إنتاج : هانوماج Hanomag)

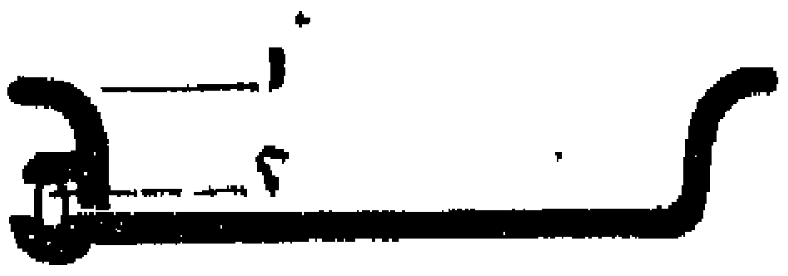


شكل (٢٧١) : الترتيب الصحيح لربط صواميل العجلة .



شكل (٢٧٢) : أنواع الحوافى .
(أ) حافة عميقة القاع
(ب) حافة مسطحة القاع

١ – العرض بين شفتى الحافة   ٢ – القاع العميق
٣ – نهاية ملوية   ٤ – المقعد
٥ – قطر الحافة



شكل (٢٧٣) : حافة مسطحة القاع .
١ – شفة   – ٢ حلقة يايية (طوق)

وتوجد بصرة العجلة عدة فتحات تسمح بتركيب المسامير الموجودة بصرة المحور بها .

وتربط العجلة بصرة المحرر بوساطة صواميل بالترتيب الموضح بالشكل ٢٧١ .

حافة العجلة :

تركب الحافة على محيط صرة العجلة . وهناك حوافى عميقة القاع – وتستخدم عادة فى العجلات الخلفية – وحوافى أخرى مسطحة القاع (الشكل ٢٧٢) . وتركب على الحافة الإطارات المنفوخة بالهواء المضغوط .

وللحافة المسطحة القاع شفة منفصلة تركب فى موضعها خارجياً بوساطة حلقة يايية (طوق) تدخل فى تجويف الحافة (الشكل ٢٧٣) .

وعند تركيب الإطار فإنه يوضع أولا على الحافة ، ثم توضع الشفة فى موضعها . وبعد ذلك تولج الحلقة اليايية بحيث يكون وضعها فى المجرى منتظماً خلال المحيط كله . وإذا لم تكن الحلقات اليايية مركبة بالشكل الصحيح فقد تنطرد من العجلات بقوة شديدة بمجرد وصول ضغط الهواء فى الإطارات إلى القيمة المحددة . وقد كانت هذه الحلقات الرديئة التركيب سبباً متكرراً فى وقوع

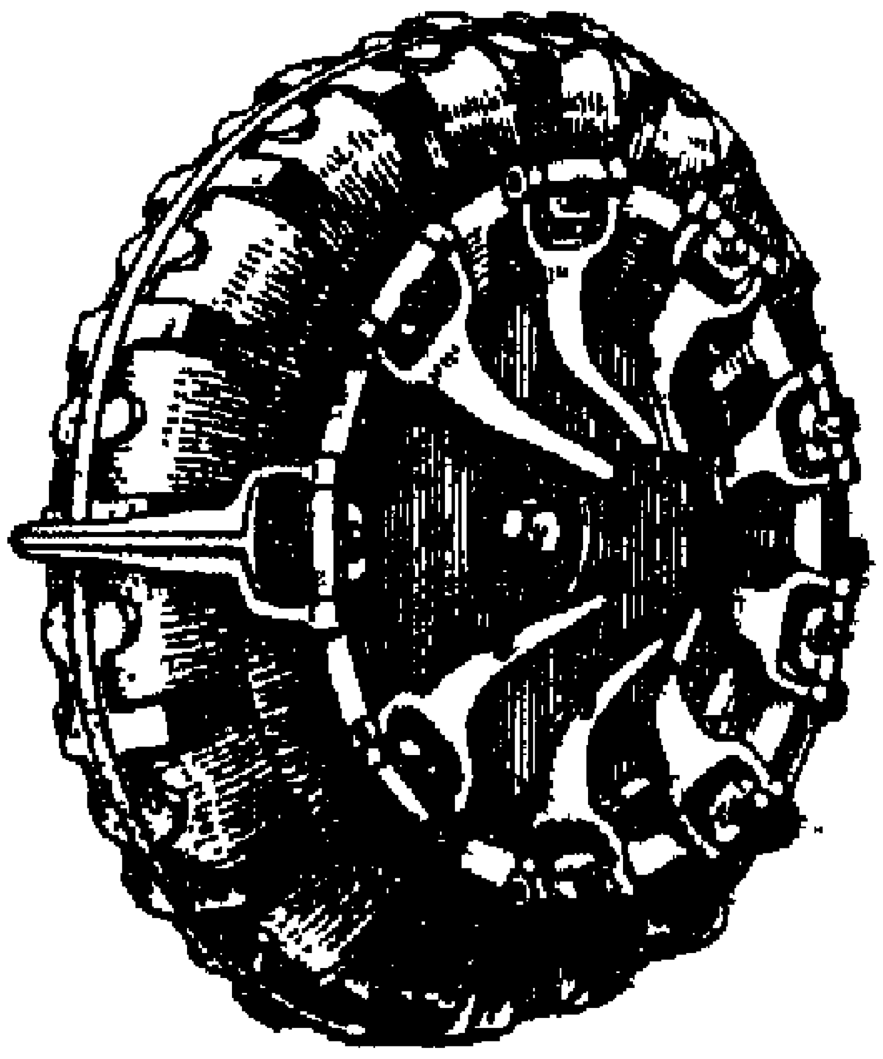
الحوداث الجسيمة . ولتفادى هذه الخطورة عند نفخ الإطار ، يجب وضع العجلة على الأرض بحيث تكون حلقتها اليابية ملامسة لها (أى للأرض) .

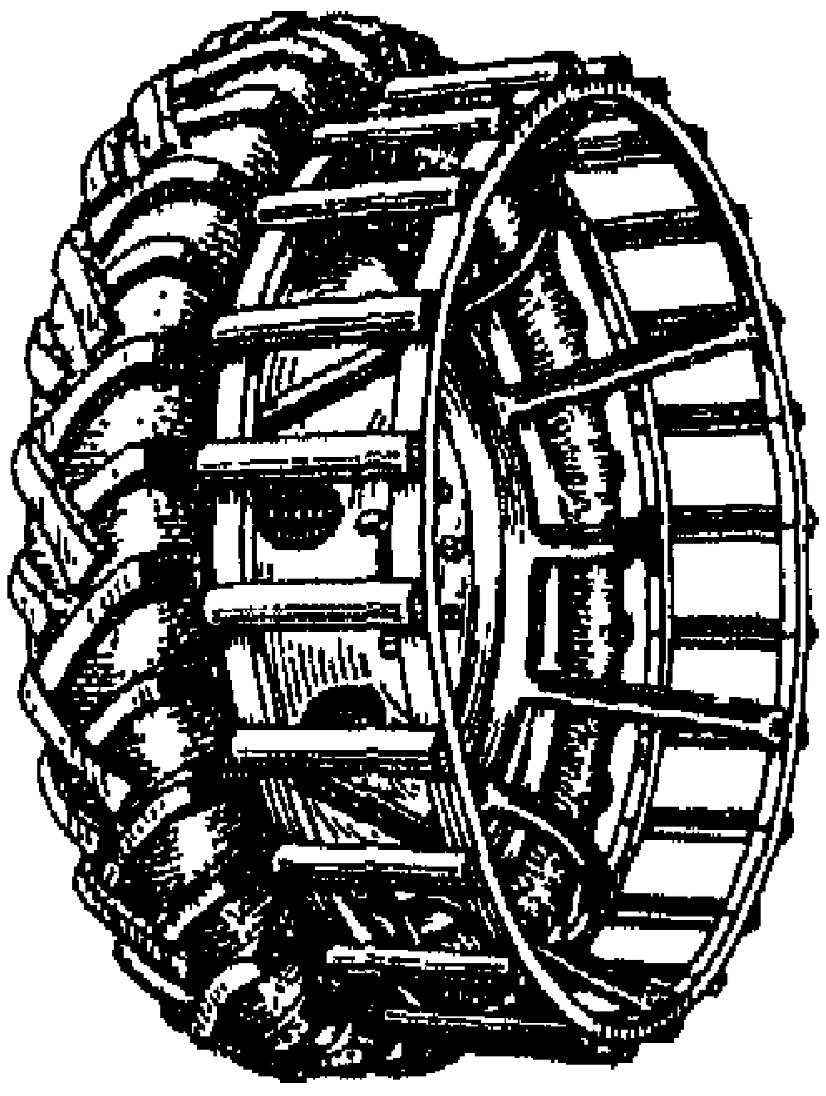
ويضغط هواء نفخ الإطار الشفة فى مواجهة الحلقة اليابية بحيث لا تتمكن هذه الحلقة من الإفلات . وتزود العجلات الكبيرة جداً بحوافى مسطحة القاع مصنوعة من جزأين أو من ثلاثة أجزاء. وهذه التصميمات تسهل كثيراً تركيب الإطارات .

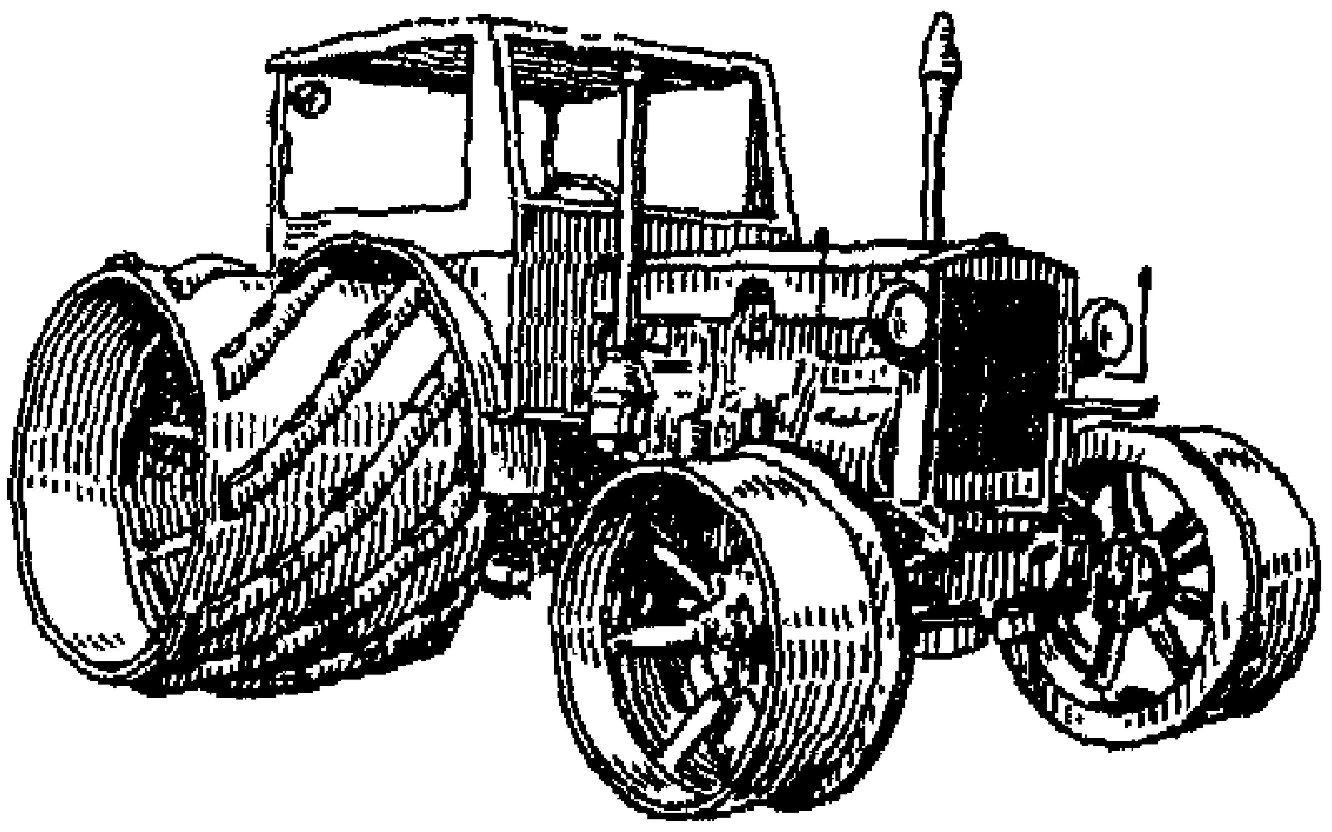
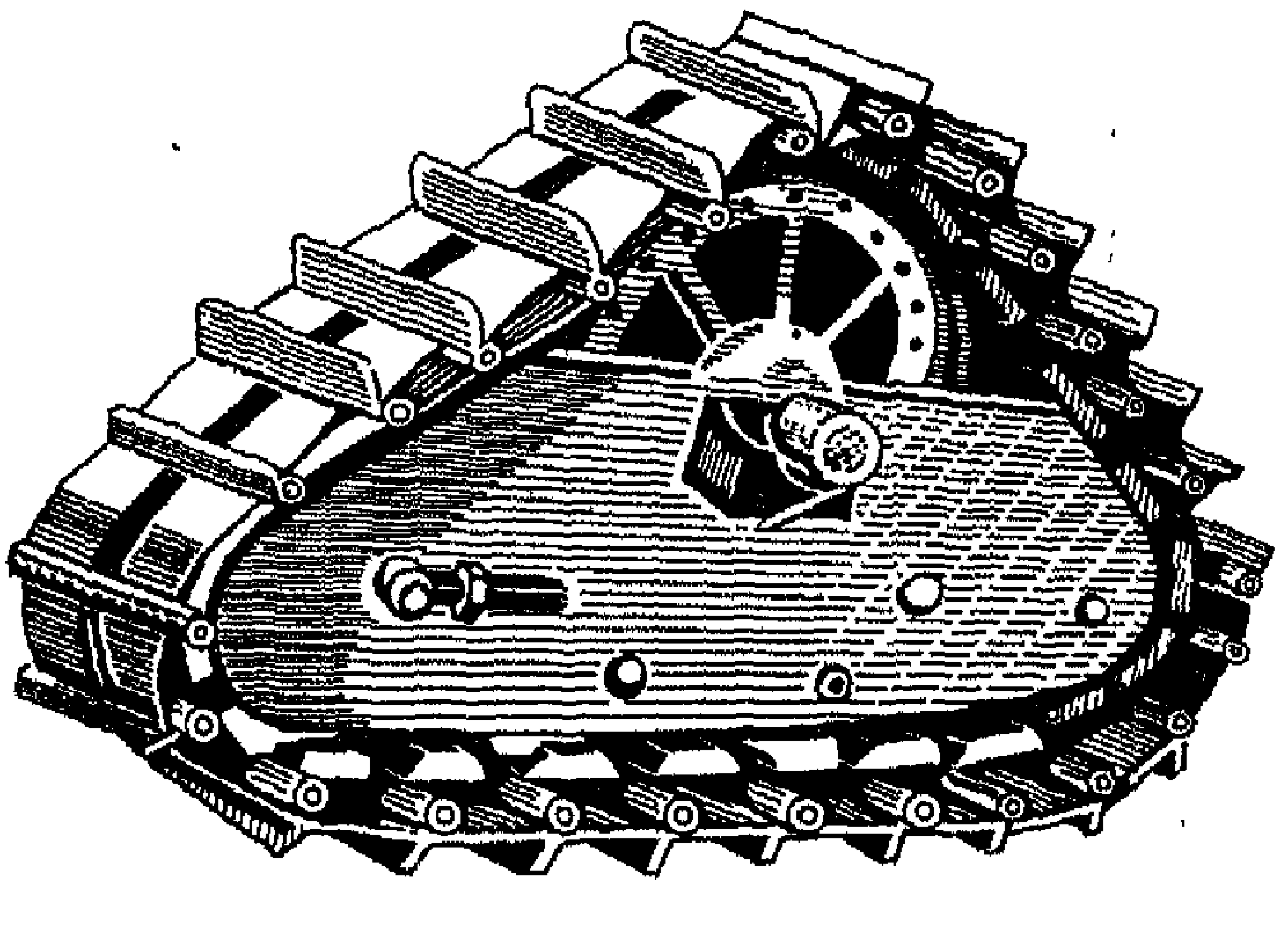
(ج) الحلقات الاضافية الخاصة بالعجلات لمواءمة ظروف التربة الخاصة :

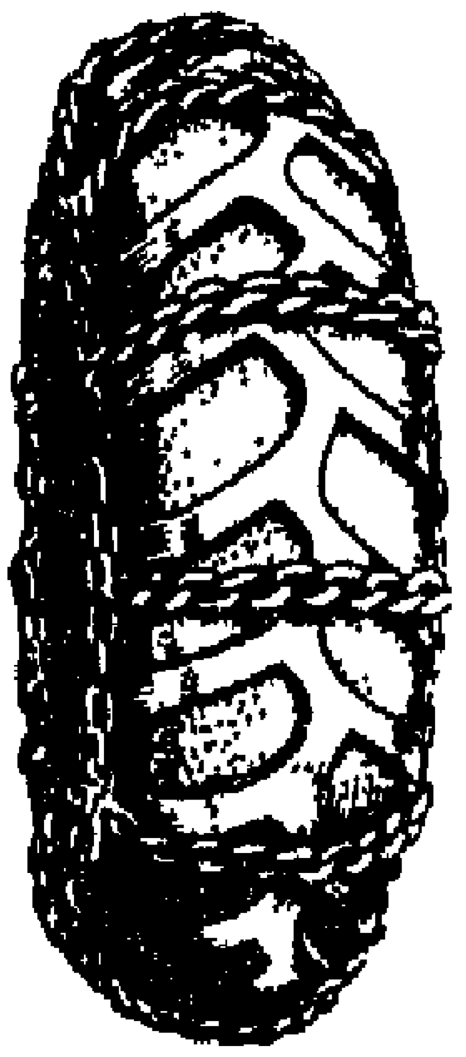
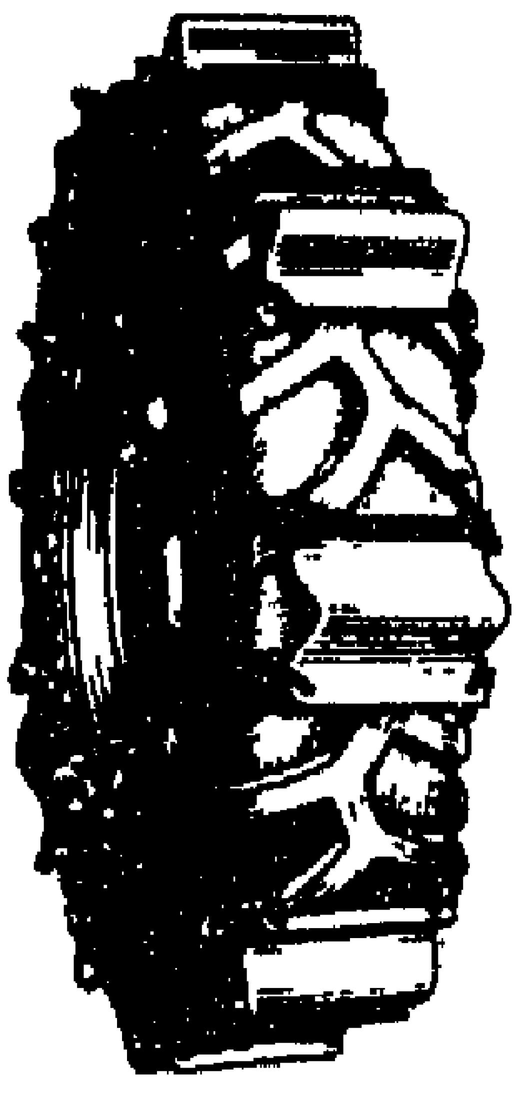
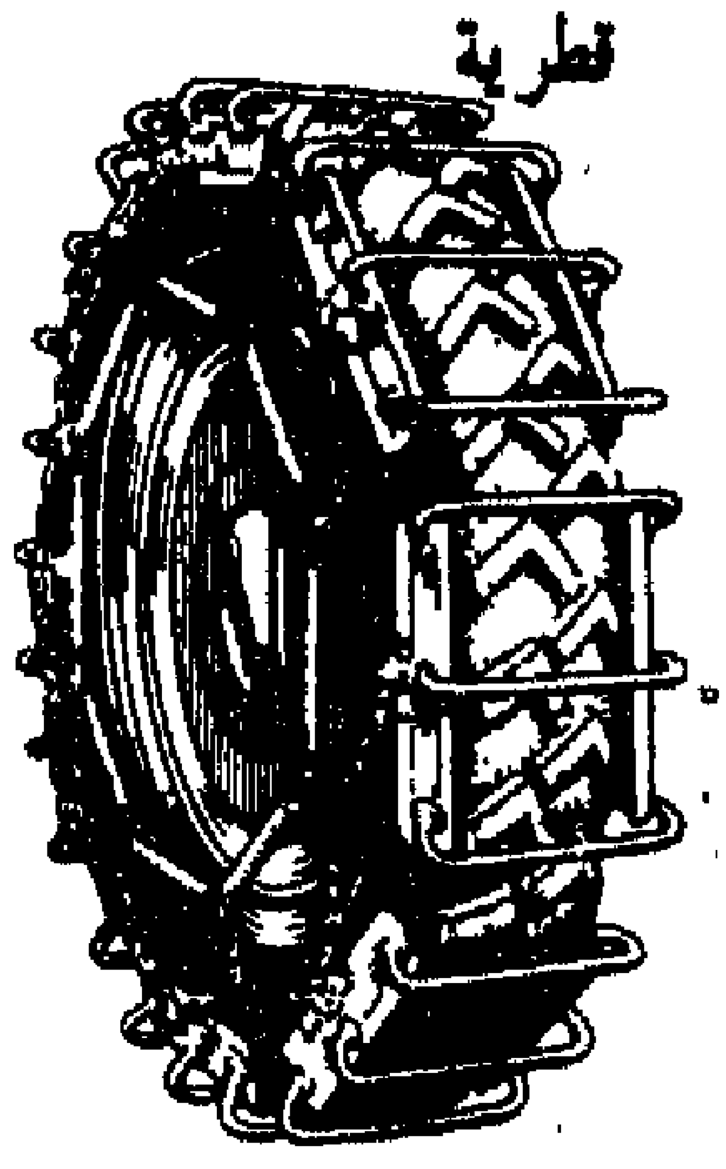
يعتبر التصاق (تفش) العجلات بالطريق ، والضغط الواقع عليه من الجرار ، من العوامل الهامة للاستفادة الكاملة من قدرة المحرك . وفى الظروف الخاصة ، كأن تكون الطرق موحلة أو مغطاة بالثلوج ، يصبح التصاق الإطارات المعتاد بالأرض غير كاف لتحويل عزم دوران المحرك إلى قوة جر . ومن ثم تفشل الإطارات فى الالتصاق بالأرض وتدور حول محاورها .

ومما يلى يتبين كيف يمكن الحصول على قوة الجر المطلوبة ، باستخدام بعض الحلقات التكميلية التى تناسب جميع الجرارات ، حتى فى الظروف غير المواتمة للتربة .

م	التسمية	الشكل	الاستخدام والخصائص
	الكباشات المفصلية (ذوات المفصلات)	 شكل (٢٧٤) : الكباشات المفصلية	تركب الكباشات المفصلية بحافة العجلة . وهى لا تعوق العمل على الطريق عندما تكون مطوية . وفى وضع التشغيل تفرد (تقلب) بعرض العجلة . وعندما يعمل الجرار على تربة رخوة (لينة) فإنه يغوص إلى عمق أكبر من العمق المعتاد نتيجة لكبر وزن الكباشات المفصلية ، لذلك فهى غير مناسبة للتربة الرملية.
	العجلة ذات المصبعات		تركب العجلة ذات المصبعات على صرة المحور عن طريق صرة عجلة الجرار ، أو تركب جانبياً على حافة هذه العجلة . وهى تقلل الضغط على الأرض ، وتمنع

التسمية	الشكل	الاستخدام والخصائص
	 شكل (٢٧٥) : العجلة ذات المصبعات	الجرار من الغوص فى التربة الرخوة (اللينة) . وهذه الوسيلة تحمى النباتات الصغيرة . ويجب أن يكون الضغط المسلط من العجلة ذات المصبعات والضغط المسلط من الإطار متساويين . لذلك يجب تخفيض ضغط الإطار عند العمل فى الحقول (مع مراعاة المسافة بين العجلتين) . وقطر العجلة ذات المصبعات أقل عموماً بحوالى ٥ سم من قطر الإطار المنفوخ بالهواء المضغوط بالضغط القياسى المناسب له . لذلك يمكن العمل على الطرق دون أى عائق عندما تكون العجلة ذات المصبعات مركبة ، حتى ولو كانت السرعات عالية (يجب الحذر من حفرات الطريق) . وعند العمل بالعجلة ذات المصبعات يؤخذ فى الاعتبار أن عرض الجرار حينئذ يصبح أكبر من العرض المعتاد له .
عجلات المستنقعات		تستخدم عجلات المستنقعات عند العمل فى التربة ذات طاقة التحميل المنخفضة ، كما هى الحال فى الأماكن ذوات المستنقعات أو الرمل المنهار . ويمكن تركيب هذه

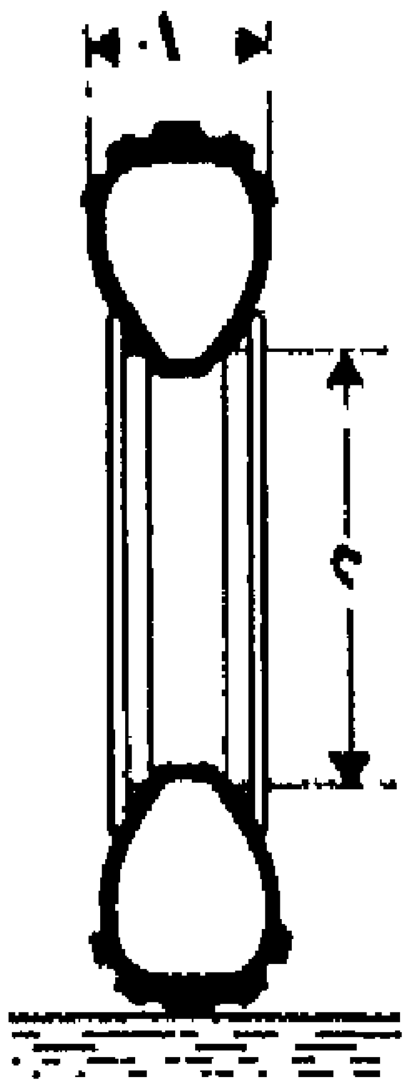
التسمية	الشكل	الاستخدام و الخصائص
	 شكل (٢٧٦) : جرار بعجلات مستنقعات	العجلات فى أى نوع من الجرارات . وهى تقلل كثيراً الضغط النوعى على الأرض . ومن ناحية أخرى فإن الجرارات التى تبلغ قدرة الجر بها ٣٥ قدرة حصانية فأكثر ، هى فقط التى ينبغى تزويدها بعجلات المستنقعات . وهى تركب بصرر المحاور دون الحاجة إلى خلع عجلات الجرار . ويجب عدم استخدام عجلات المستنقعات عند العمل على الطرق المرصوفة والتربة الحجرية ، لأنها فى هذه الحالة تتسبب فى زيادة التآكل .
جنزير الربط	 شكل (٢٧٧) : جنزير الربط	يمكن تركيب جنزير الربط فى معظم الجرارات الحديثة وهو يتميز بالانخفاض الملحوظ فى الوزن النوعى على الأرض ، والزيادة الكبيرة فى قوة الالتصاق بها . وتعرف الجرارات المجهزة بجنازير الربط باسم الجرارات نصف المجنزرة . ويتسبب استخدامها فى زيادة معدل التآكل واستهلاك الوقود . لذلك يقصر استخدامها على الحالات الخاصة . ويتكون جنزير الربط من عجلة مديرة ودرافيل وعجلتين مسننتين دليليتين للجنزير .

التسمية	الشكل	الاستخدام والخصائص
سلاسل منع الانزلاق	 شكل (٢٧٨ ا) : سلسلة منع الانزلاق شكل (٢٧٨ ب) : سلسلة منع الانزلاق وبها سلاسل تقوية قطرية  شكل (٢٧٨ ج) : سلسلة منع الانزلاق وبهاوصلات مستعرضة.  شكل (٢٧٨ د) : سلسلة منع الانزلاق وبها قضبان مستعرضة.	تعمل سلاسل منع الانزلاق على منع العجلات المديرة من الانزلاق (التزحلق) أو الدوران حول محاورها فى التربة غير الملائمة . وهناك سلاسل منع انزلاق تستخدم عند العمل على الطرق المغطاة بالثلوج أو الجليد ، وأخرى تستخدم عند العمل فى التربة المنزرعة الزلقة . وفى الأراضى ذات المصاعب الخاصة تستخدم سلاسل منع الانزلاق المزودة بوصلات جسيئة مستعرضة (لا تستخدم عند العمل على الطرق). وسلاسل منع الانزلاق توضع — عند تركيبها بالعجلات المديرة — على الأرض ، ثم يحرك الجرار إلى منتصفاتها ، ثم تلف على العجلات من كلتا الجهتين . وبذلك تربط السلاسل — كل منها على إطار — بوساطة خطاطيف تولج فى ثقوب صغيرة . وتستخدم إحدى الأذرع (عتلة ، أو لافية) لبسط (فرد) السلاسل ووصلها . وينبغى التأكد من إحكام ربط هذه السلاسل .

(د) الاطارات :

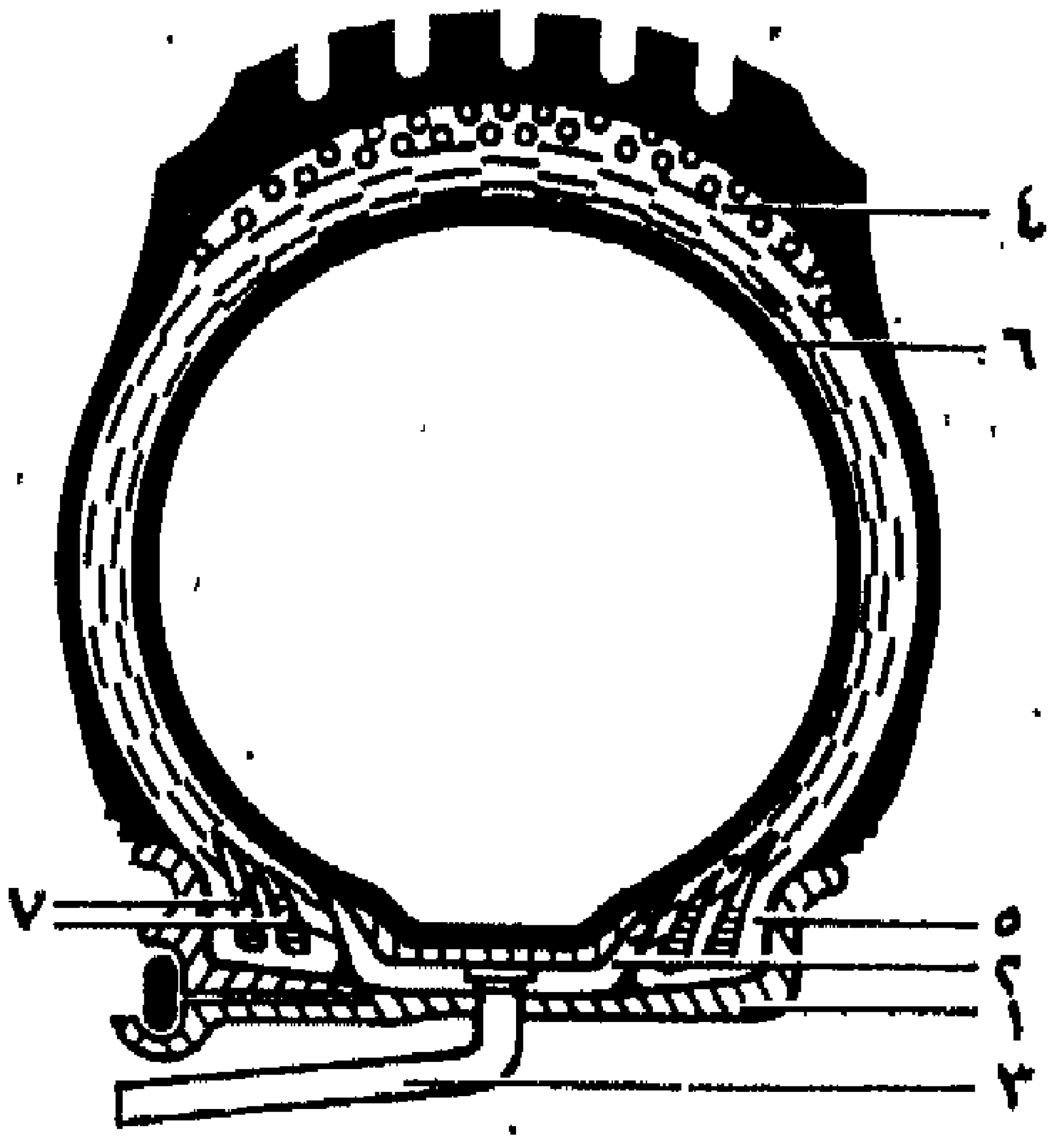
تزود الجرارات الحديثة عموماً بإطارات بنيوماتية (تنفخ بالهواء المضغوط) . فهى تهيء للجرارات خصائص قيادة ملحوظة ، كما تحميها وتمكنها من التحرك بسرعات عالية . أما الإطارات المصنوعة من المطاط الصلب فيقصر استخدامها على الجرارات البطيئة التى لا تزيد سرعتها على ٢٥ كم/ساعة إذا كانت مزودة بمحاور مديرة يايية ، أو ١٦ كم/ساعة إذا كانت مزودة بمحاور مديرة غير يايية .

وتوصف مقاسات الإطارات فى الدول المختلفة بطرق مختلفة . وهذا يصعب شراء الإطارات الاحتياطية فى حالات عديدة . لذلك اتفقت عدة دول على توصيف مقاسات الإطارات بالبعدين المبينين فى الشكل ٢٧٩ . ويتجه هذا النظام إلى الإنتشار والتعميم عالمياً .



شكل (٢٧٩) : البعدان المحددان لمقاسات الإطارات (بالبوصات) .
١ – عرض الإطار (عندما يكون منفوخاً وغير محمل) ٢ – قطر الحافة

وتختلف مقاسات الإطارات باختلاف الاستخدامات العديدة للجرارات . وينبغى على كل سائق أن يكون على علم تام بمقاسات الإطارات المستخدمة فى جراره ، بحيث يمكنه ذكرها عند الضرورة .



شكل (٢٨٠) : مقطع فى إطار بنيوماتى (ينفخ بالهواء المضغوط) .

١ – حافة
٢ – قلابة الإطار
٣ – صمام
٤ – الغطاء الخارجى وبه المداس المشكل
٥ – شفة
٦ – الأنبوبة الداخلية
٧ – أسلاك تقوية الشفة

ويحتوى كتيب إرشادات التشغيل كذلك على بعض الملاحظات المتعلقة بالإطارات . والتسمية ٩,٠٠ × ٤٢ مثلا تعنى أن عرض الإطار هو ٩,٠٠ بوصة ، وأن قطر الحافة هو ٤٢ بوصة .

بنية الاطارات البنيوماتية :

يتكون الإطار البنيوماتى (المنفوخ بالهواء المضغوط) من الغطاء الخارجى ، والقلابة ، والأنبوبة الداخلية (الشكل ٢٨٠) . وهناك إطارات عادية تعرف باسم الإطارات البالونية ، وأخرى ضخمة ذوات أقطار كبيرة – إلا أن ضغوط النفخ بها صغيرة تتراوح بين ١,٠ ضغط جوى ، و ١,٨ ضغط جوى

وهذه الإطارات الضخمة تهيء للجرارات خصائص قيادة جيدة نتيجة للوسائد الهوائية الكبيرة التى تتميز بها ، وماتتيحه هذه الوسائد من فعل وسائدى لها .

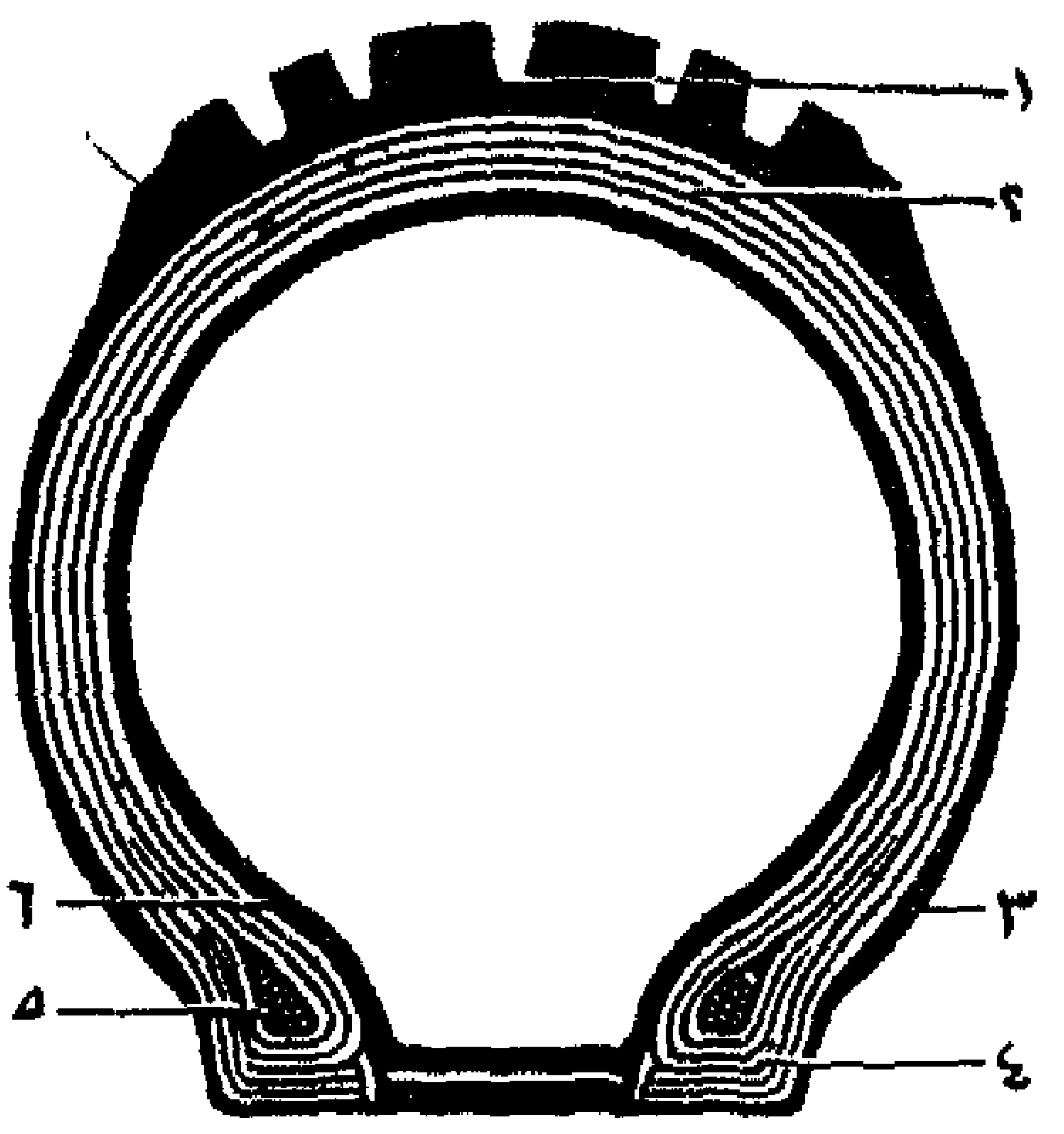
جدول ضغوط النفخ وطاقات تحميل الإطارات :

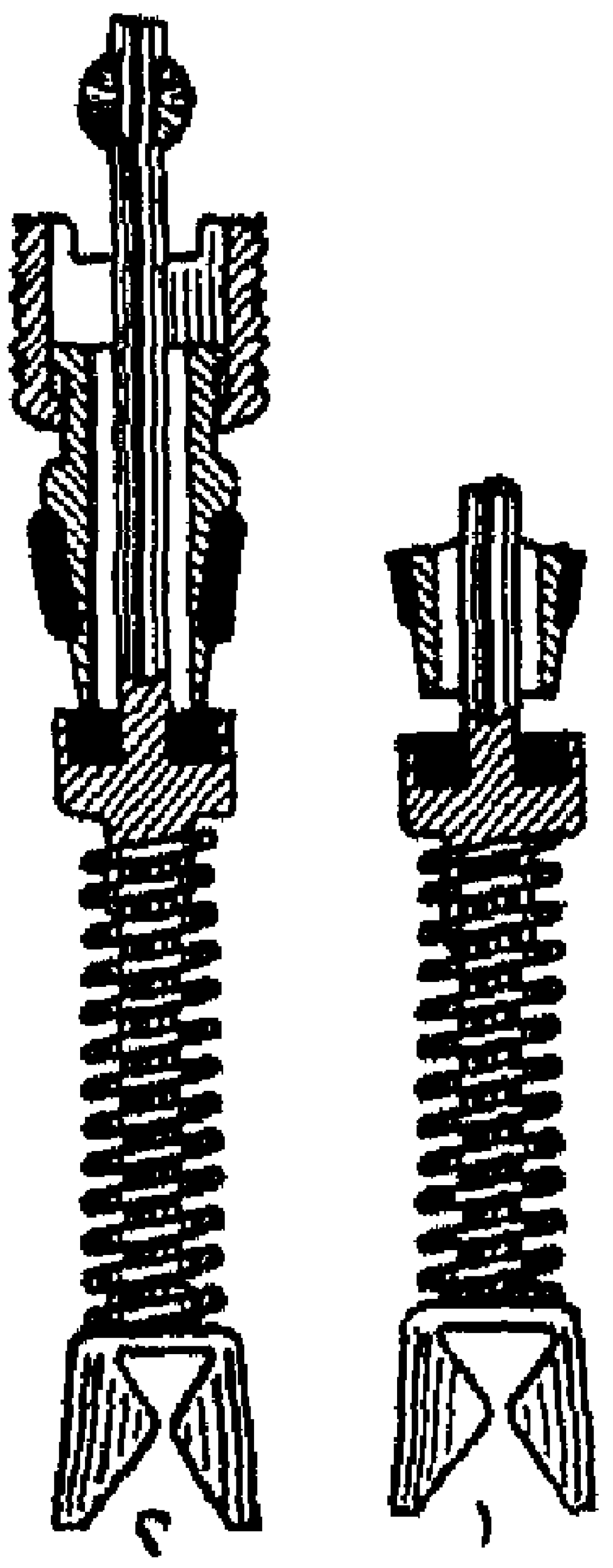
إطارات العجلات الأمامية			إطارات العجلات المديرة (ذوات الحوافى العميقة القاع)		
مقاس الإطار	ضغط النفخ (ضغط جوى)	طاقة تحميل الإطار (كجم)	مقاس الإطار	ضغط النفخ (ضغطجوى)	طاقة تحميل الإطار (كجم)
١٥×٤,٠٠	٠,٨	١٠٠	١٦×٦,٠٠	٠,٨	١٥٠
	١,٠	١٣٠		٠,٩	٢٠٠
	١,٥	١٨٠		١,٠	٢٥٠
	٢,٠	٢٢٥			
١٩×٤,٠٠	٠,٨	١٢٠	٢٠×٦,٥٠	٠,٨	٢٠٠
	١,٠	١٦٠		٠,٩	٣٠٠
	١,٥	٢٢٠		١,٠	٤٠٠
	٢,٠	٢٧٥			
١٦×٤,٥٠	٠,٨	١٢٥	٣٢×٦,٥٠	٠,٨	٥٠٠
	١,٠	١٧٠		٠,٩	٥٢٥
	١,٥	٢٣٠		١,٠	٥٥٠
	٢,٠	٣٠٠			
١٦×٥,٠٠	٠,٨	١٥٠	١٨×٧,٠٠	٠,٨	٢٠٠
	١,٠	٢٠٠		٠,٩	٣٠٠
	١,٥	٢٧٥		١,٠	٤٠٠
	٢,٠				

إطارات العجلات الأمامية			إطارات العجلات المديرة (ذوات الحوافى العميقة القاع)		
مقاس الإطار	ضغط النفخ (ضغطجوى)	طاقة تحميل الإطار (كجم)	مقاس الإطار	ضغط النفخ (ضغطجوى)	طاقة تحميل الإطار (كجم)
١٦×٥,٥٠	٠,٨	٢٠٠	٢٠×٨,٠٠	٠,٨	٤٠٠
	١,٠	٢٥٠		٠,٩	٥٠٠
	١ ٥	٣٥٠		١,٠	٦٠٠
	٢,٠	٤٥٠			
١٦×٦,٠٠	٠,٨	٢٥٠	٢٤×٩,٠٠	٠,٨	٦٥٠
	١,٠	٣٢٥		٠,٨	٧٥٠
	١,٥	٤٢٥		١,٠	٨٥٠
	٢,٠	٥٢٥			
٢٠×٦,٠٠	٠,٨	٢٧٥	٤٠×٩,٠٠	٠,٨	٧٥٠
	١,٠	٣٧٥		٠,٩	٨٥٠
	١,٥	٥٠٠		١,٠	٩٥٠
	٢,٠	٦٢٥			
٢٠×٦,٥٠	٠,٨	٣٢٥	٢٤×١١,٢٥	٠,٨	٨٠٠
	١,٠	٤٠٠		٠,٩	٩٠٠
	١,٥	٥٥٠		١,٠	١٠٠٠
	٢,٠	٧٠٠			
٢٠×٧,٥٠	١,٥	٦٥٠	٢٨×١٢,٧٥	٠,٨	١١٠٠
	٢,٠	٨٠٠		٠,٩	١٢٠٠
	٢,٥	٩٥٠		١,٠	١٣٠٠

أما الإطارات البالونية المستخدمة فى الجرارات فلها ضغوط نفخ مغايرة تتوقف على نوع الاستخدام . ويتوقف ضغط النفخ إلى حد بعيد على مقاس الإطار والحمل الواقع على الجرار بسبب المعدات المشغلة به . ويوضح الشكل (١٨١) بنية الغطاء الخارجى للإطار .

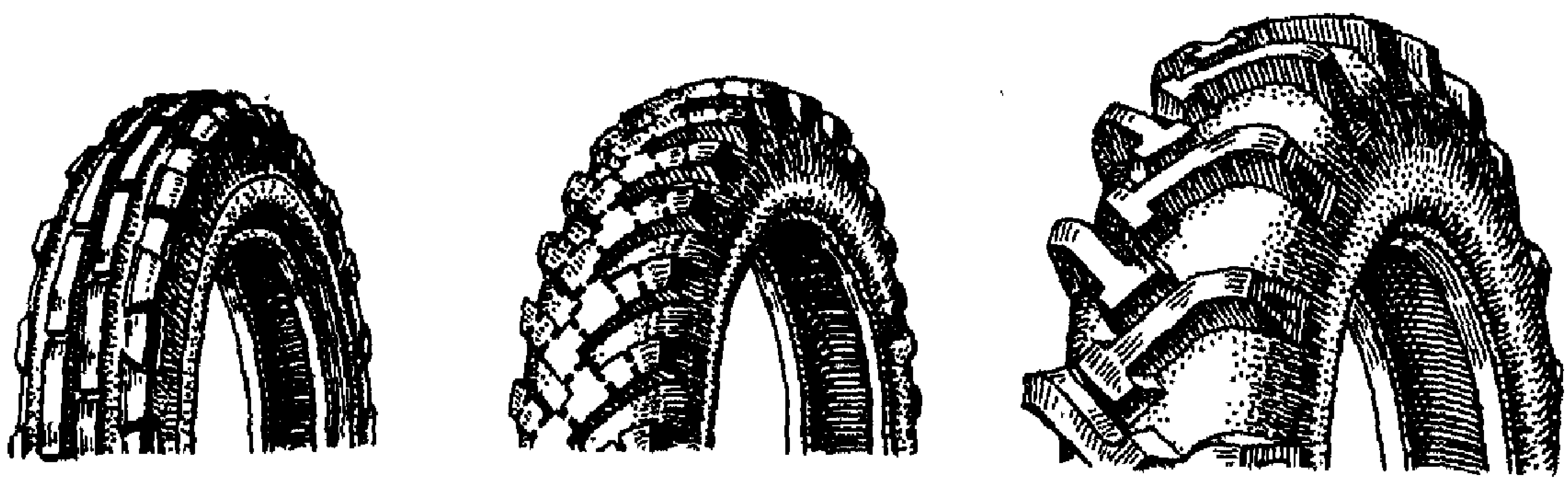
وينفخ الهواء فى الأنبوبة الداخلية عن طريق صمام (الشكل ٢٨٢) . ويحمى الغطاء الخارجى الأنبوبة الداخلية من التلف . وهو يزود بمداس (المداس هو السطح المحيطى للإطار) . وتشكل أسطح المداسات وفقاً للغرض من الاستخدام . وتعرف أشكال الأسطح باسم أشكال المداسات . ويبين الشكل (٢٨٣) أنواعاً مختلفة من أشكال المداسات التى تناسب التشغيل على الطرق المرصوفة وغير المرصوفة .





شكل (٢٨١) : بنية الغطاء الخارجى للإطار .
١ – المداس المشكل
٢ – طيات (تيل) قطنية
٣ – الجدران الجانبية
٤ – الشـفة
٥ – أسلاك تقوية الشفة
٦ – الأنبوبة الداخلية

شكل (٢٨٢) :
صمام أنبوبة داخلية
١ – فى وضع الفتح .
٢ – فى وضع القفل

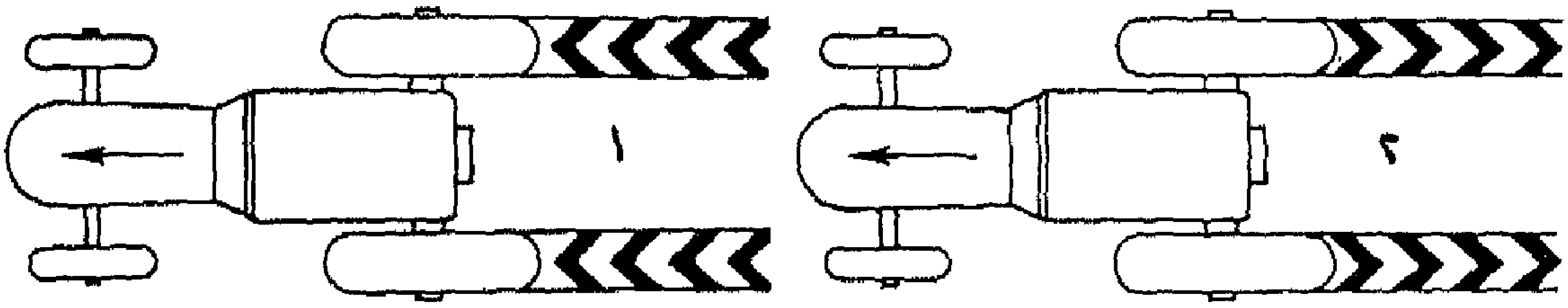


شكل (٢٨٣) : أنواع مختلفة من أشكال مداسات إطارات الجرارات .

وتفضل أشكال المداسات العالية ، التى يكون ارتفاعها حوالى ٥ سم (الشكل ٢٨٣ إلى اليمين) نظراً لأنها تدفع الجرار عن الأرض (أى تخلصه منها) بكفاءة عند العمل فى أراضى المزرعة ، إلا أنهـا – من ناحية أخرى – تتعرض للتآكل الشديد عند العمل على الطرق .

أما أشكال المداسات المتوسطة الارتفاع ، التى يكون ارتفاعها حوالى ٣ سم ، فتناسب بصفة خاصة الجرارات التى يغلب استخدامها فى العمل على الطرق .

ولكفالة أمثل التصاق (قفش) للإطارات بالأرض ، ينبغى انتقاء أشكال المداسات وتركيبها وفقاً لنوع التربة التى تعمل عليها . فى التربة الخفيفة (الرمل مثلا) يركب الإطار بحيث يعصر (يكبش) شكل المداس التربة فى اتجاه مركز الصدم بالإطار حتى لا تهرب أجزاء منها جانبياً ، وبالتالى فإن الإطار تتوافر به فى هذه الحالة مقاومة عالية . أما إذا ركب الإطار فى التربة الثقيلة (الطين مثلا) بالطريقة نفسها ، أى بحيث يشير شكل المداس إلى الاتجاه نفسه الذى يشير إليه فى حالة التربة الخفيفة ، فحينئذ تنحشر فى الثغرات الموجودة فى المداس أجزاء متكتلة من التربة فتقل المقاومة المتاحة للإطار . وعند عكس شكل المداس يتحقق التخليص الذاتى له ، ومن ثم تتاح للإطار مقاومة عالية (الشكل ٢٨٤) .



شكل (٢٨٤) : استخدام مداسات الإطارات المختلفة وفقاً لنوع التربة .
١ - اتجاه شكل المداس فى التربة الخفيفة (الرمل مثلا)
٢ - اتجاه شكل المداس فى التربة الثقيلة (طفال رملى أو صلبة مثلا)

معاملة الاطارات والتلفيات الشائعة فيها :

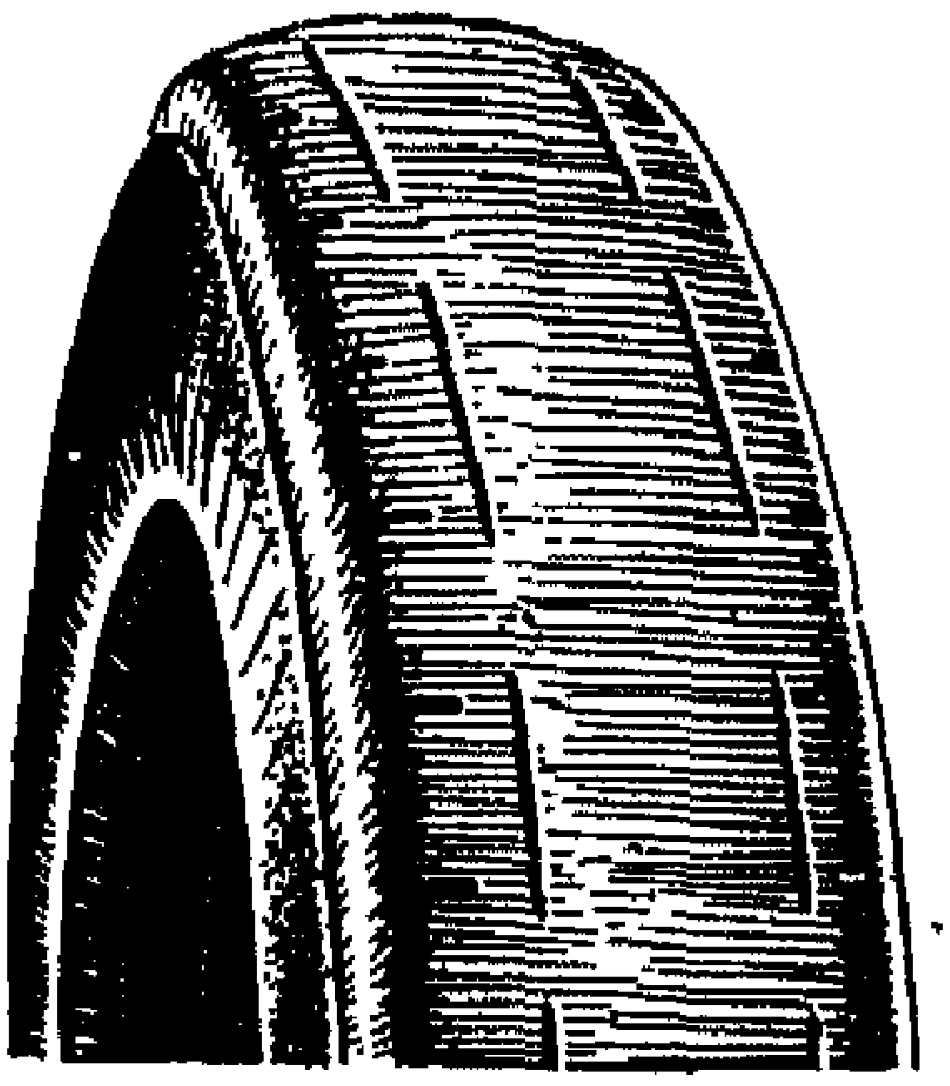
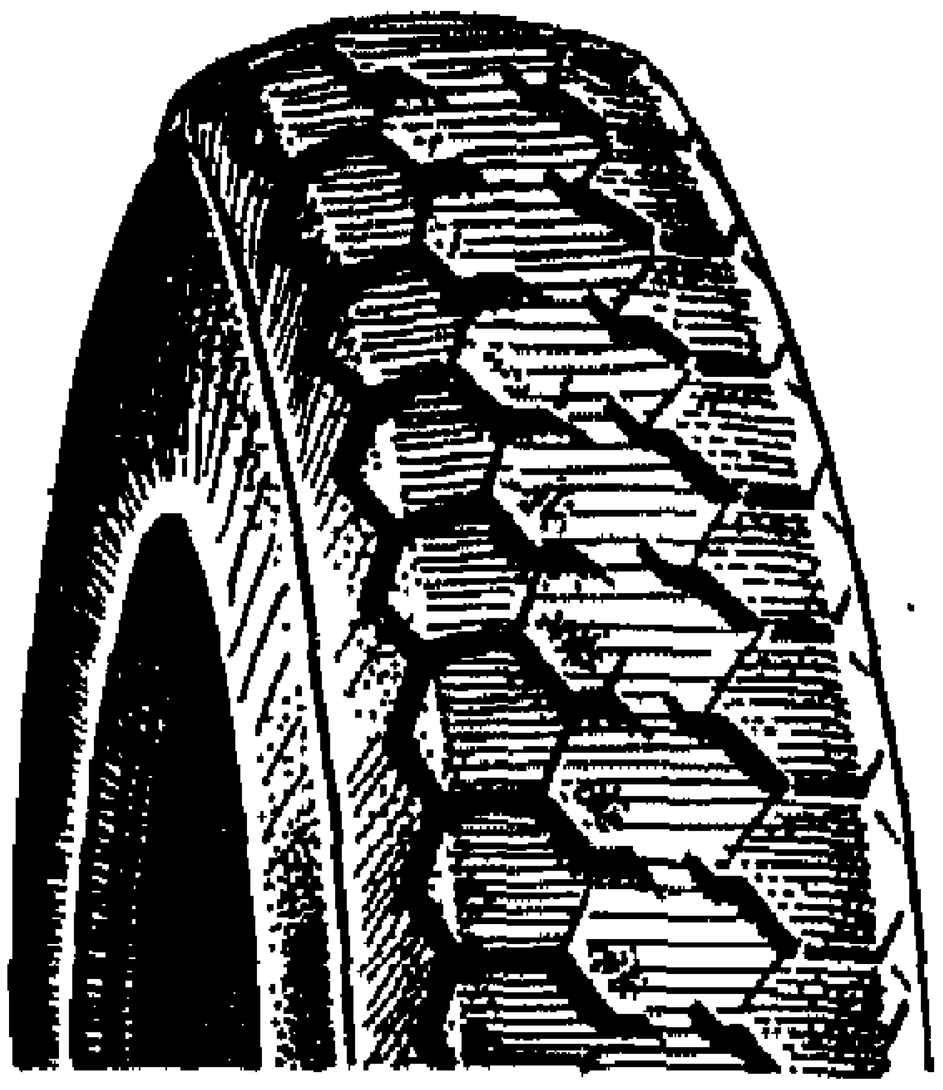
تتعرض الإطارات للبلى والتفزر (أى التآكل والتمزق) الطبيعيين نتيجة للانفعالات التى تتعرض لها باستمرار . وبعد فترة طويلة من التشغيل يتآكل (يبرى) شكل المداس بدرجة كبيرة يصعب معها تمييزه . وينبغى عدم الاستمرار فى استخدام الإطار حتى يتآكل شكل المداس كلية أو يكاد ، أو حتى تظهر الألياف أو الطيات القطنية (التيل) - وهذه أسوأ الحالات ، إذ أن ذلك يقلل من كفاءة الجرار نتيجة لانخفاض قوة التصاق (قفش) عجلاته بالأرض . وعلاوة على ذلك فقد يحدث انفجار مفاجئ فى الإطارات فى هذه الحالة ، مما يشكل خطورة كبيرة على حياة سائق الجرار نفسه .

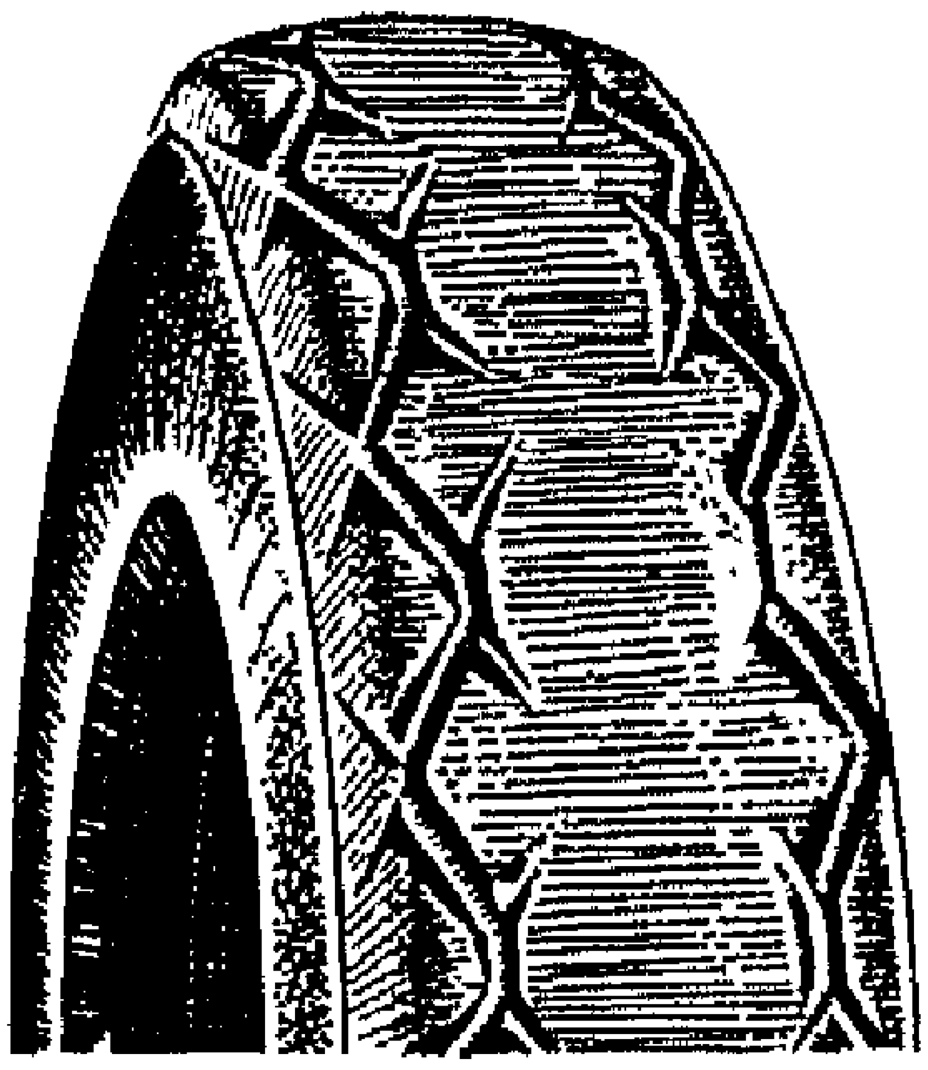
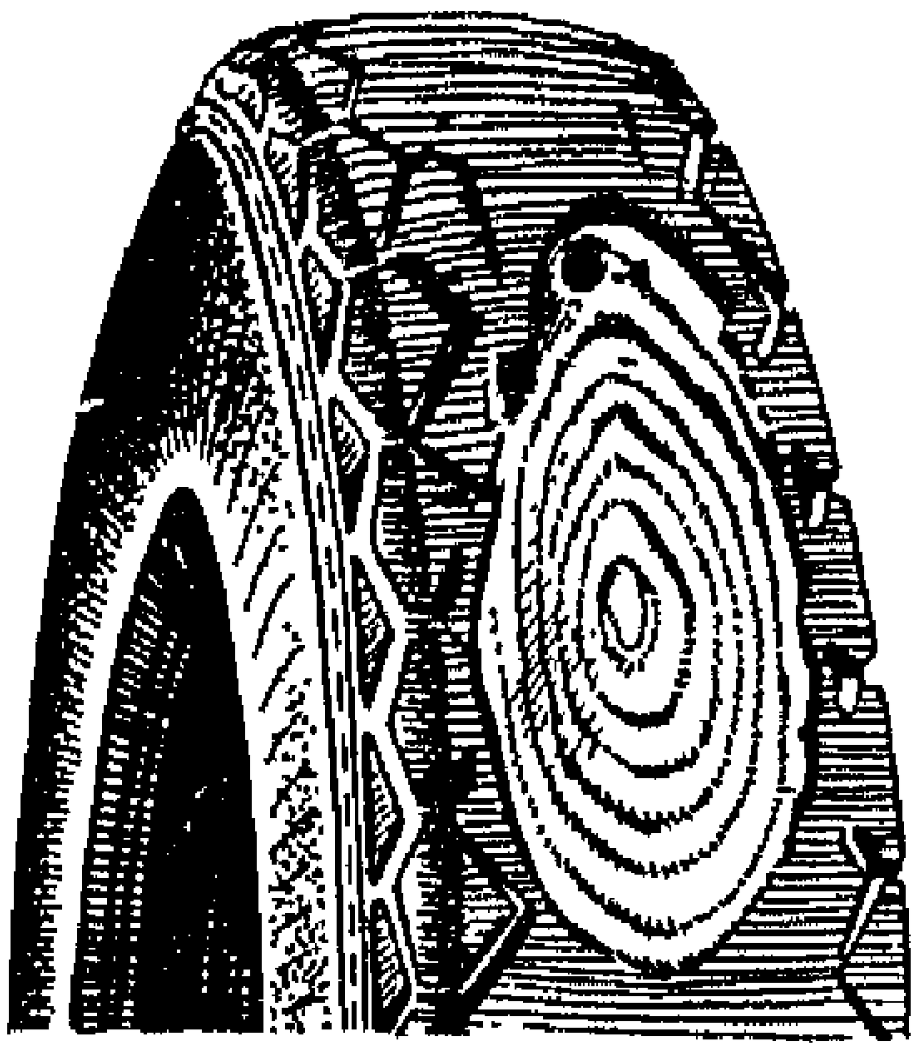
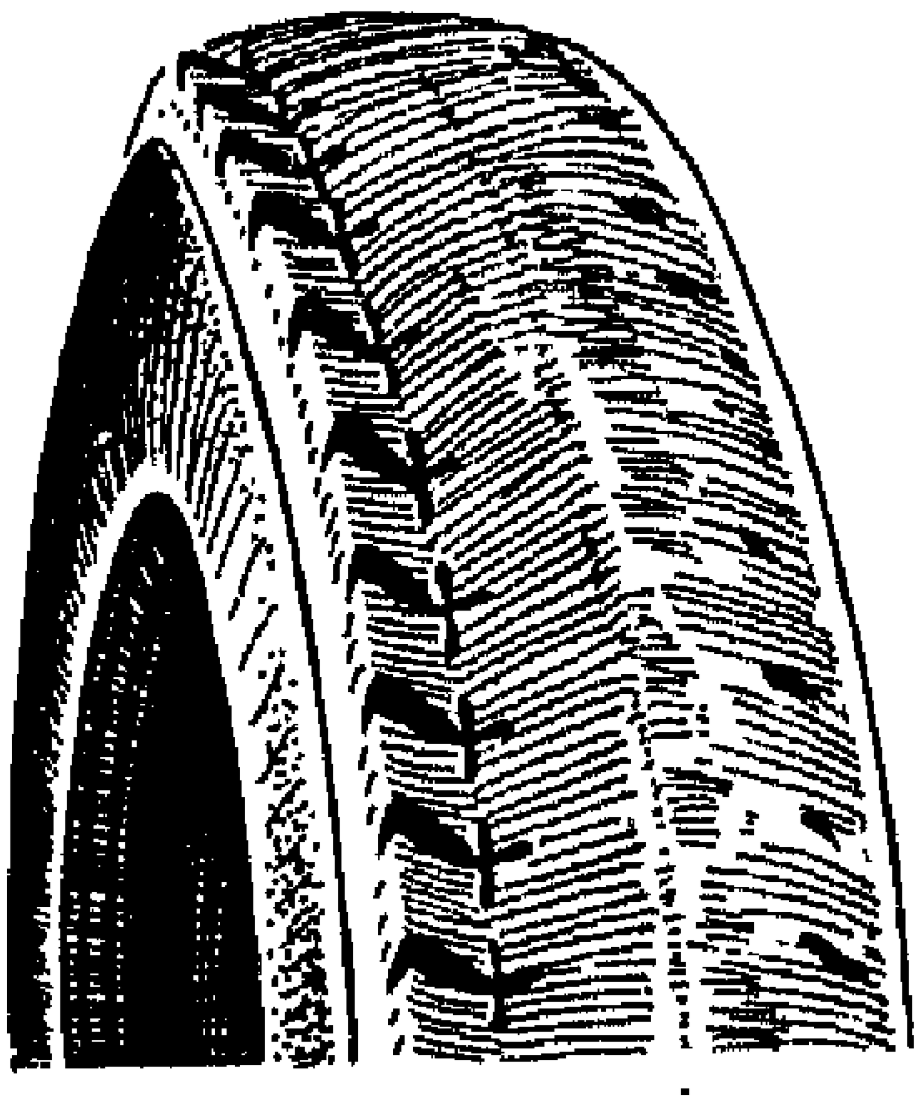
والإطارات المتآكلة بانتظام ، التى لا تزال تحتفظ بطياتها (تيلها) الأساسية بحالة جيدة يمكن تزويدها بمداس جديد بعملية إصلاح خاصة تجرى فى ورشة متخصصة فى تجديد الإطارات وتعرف هذه العملية باسم تجديد مداسات الإطارات .

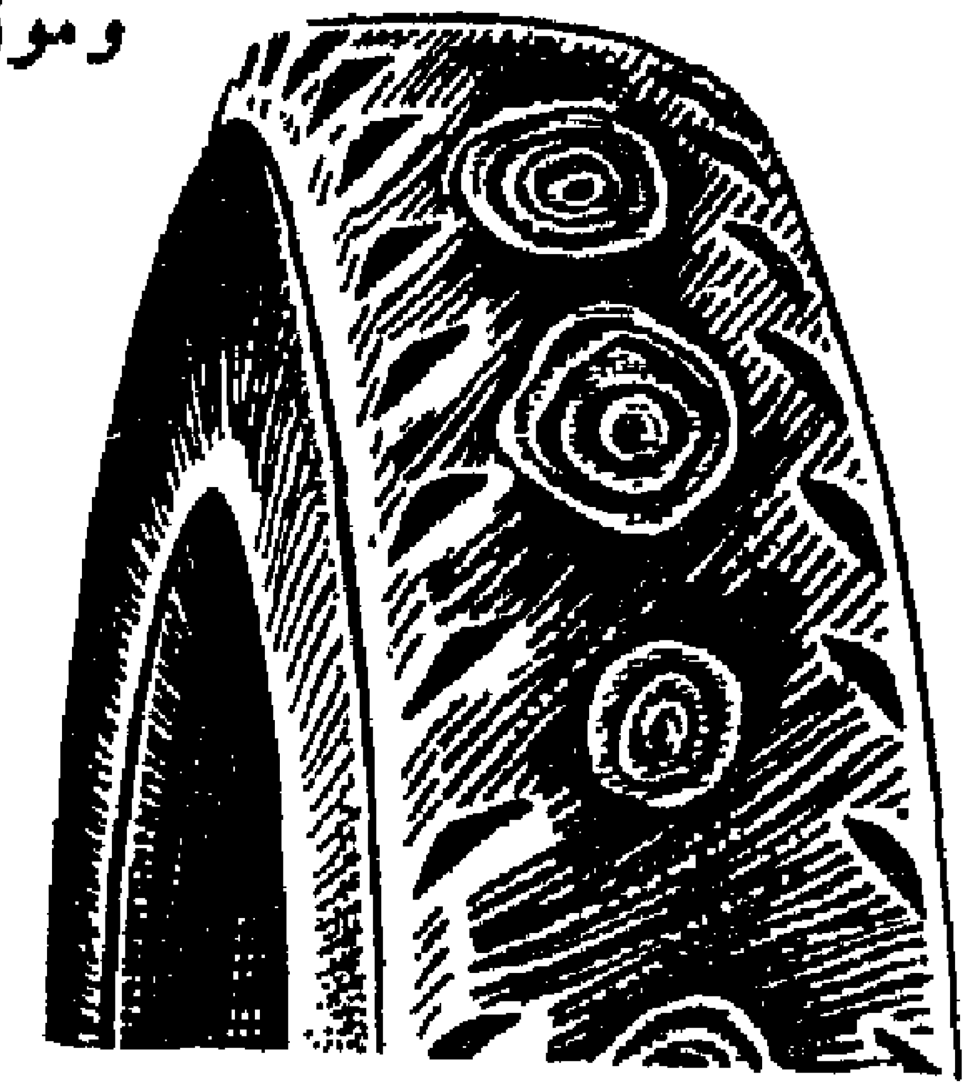
ويتأثر التآكل فى الإطارات أساساً ، بضغط النفخ . فالضغط الزائد على الحد أو الأقل منه يتسبب كلاهما فى زيادة معدل التآكل وتشقق (انكسار) الجدران الخارجية لأغطية الإطارات ، وبالتالى تصبح الإطارات عديمة الفائدة .

والسائق الواعى هو الذى يختبر إطارات جراره وضغوط النفخ بهـا يومياً وفقاً للقيم المقررة . وينبغى عليه التخلص بعناية من الجسيمات الغريبة التى تكون قد اخترقت المداسات أو انحشر فى أشكالهـا ، مثل المسامير أو الأحجار . ويختبر ضغط النفخ بمحدد قياس (مبين) ضغط خاص .

وتتسبب القيادة الرديئة لجرار كذلك فى زيادة تآكل الإطارات . فالفرملة الحادة أو بدء الحركة الحاد ، أو السير فى المنحنيات بسرعات عالية ، تتسبب كلها فى حك الإطارات بالطريق . ويمكن فى هذه الحالات رؤية المطاط المتآكل من الإطارات بوضوح ملتصقاً بسطح الطريق على

الشـــكل	نوع التـلف	الســبب
(٢٨٥ – ا)	البلى والتفزر (التآكل والتمزق) الطبيعيان	
		
(٢٨٥ – ب)	تآكل المداس	ضغط النفخ غير كاف
		

الشكل	نوع التلف	السبب
(٢٨٥ — جـ) 	تآكل بفعل حك الإطارات	القيادة الرديئة للجـــرار
(٢٨٥ — د) 	تلف نتيجة فرملة (تكتيف) العجـــلات	هناك أسباب عديدة لهذا التلف . وفى هذه الحالة ينبغى قطر (سحب) الجرار وعجلاته التالفة مرفوعة عن الأرض
(٢٨٥ — هـ) 	تآكل المداس من جهة واحـــدة	زاوية الكامبر (ميل العجلة الأمامية على المحور الرأسى) غير صحيحة . ولضبط هذه الزاوية انظر : زاوية الكامبر

الشكل	نوع التلف	السبب
(٢٨٥ – و) 	مواضع عديدة متآكلة بشدة وموزعة على المداس كله	اعوجاج مفصل توجيه العجلة أو عدم انتظام ربط صواميلها .

هيئة شرائط سوداء . كما أن السير فوق أحجار أو أجزاء معدنية حادة الجوانب يتسبب فى خرق الإطارات ، وخاصة عندما لا يكون ضغط النفخ بها كافياً . وبالتالى يتسبب ذلك فى إتلاف الأنابيب الداخلية والطيات (التيل) الأساسية بأغطية الإطارات .

وعند تركيب الإطارات ينبغى التأكد دائماً من وجود الحواف فى حالة تشغيل جيدة ويجب التخلص على الفور من أية تلفيات قد تحدث فى الأجزاء المعدنية التى تركب عليها الإطارات نتيجة الاستخدام السيء لها فى أثناء تشغيل الجرار . وقد تتسرب المياه إلى قاع حافة الإطار ، وخاصة إذا كانت هذه الحافة معوجة أو كان طوقها مركباً بشكل غير صحيح . ومن ثم تصبح أسلاك تقوية الشفة صدئة بالشكل الذى يتلفها ويجعل الإطار غير صالح للاستخدام . لذلك ينصح بتغطية قاع حافة الإطار من حين لآخر بطبقة رقيقة من مادة مقاومة للصدأ . ويجب حماية الإطارات أساساً من السوائل والمواد المذيبة للمطاط ، ومنها جميع أنواع الوقود ، وزيوت التزييت والشحومات. وزيادة سخونة الإطارات على الحد المقرر لها تتلفها فى كل الحالات . لذلك ينبغى إيقاف الجرارات دائماً فى أماكن الانتظار المظللة (أى فى الظل) . فإذا تعذر ذلك ، ينبغى تغطية الإطارات بأفرع الأشجار المورقة ، أو بالورق ، أو بما شابه ذلك .

العيوب (الأعطال) الشائعة بالاطارات :

يبين الجدول السابق عدة عيوب (أعطال) شائعة فى الإطارات الأمامية والخلفية وتتوقف الصيانة الجيدة للإطارات إلى حد كبير على سائق الجرار ، الذى ينبغى عليه أن يقوم يومياً باختبار حالتها عدة مرات ، وأن يتخلص على الفور من أية عيوب قد تظهر بها . وإذا أوقف الجرار

بدون تشغيل لفترة طويلة فيجب رفعه على كتل أو على مرفاعات (كوريكات) لإعتاق الإطارات والبايات .

ملء إطارات العجلات المديرة بالماء لزياد وزن الجرار :

يجب زيادة الحمل على الجرار لمنع العجلات المديرة من التدويم (أى الدوران حول محاورها دون التحرك من أماكنها) . فإذا استخدم فى كل عجلة من العجلات الخلفية صمام خاص ، يصبح من الممكن ملء إطارها بالماء بنسبة ٧٥٪ من حجمه (سعته) . وبهذه الكيفية يزداد وزن كل عجلة منها من ٢٠ كجم إلى ٣٠٠ كجم وفقاً لمقاس الإطار .

ويجب ملء الإطارات بالماء بالطريقة التالية :

١ – توضع العجلة المراد ملء إطارها فوق إحدى الكتل .

٢ – تخلع وليجة الصمام (البلف) ويفرغ الإطار من الهواء .

٣ – يركب بالإطار صمام خاص بالملء وتلفف العجلة حتى يصبح هذا الصمام قريباً من القمة .

٤ – يوصل بهذا الصمام خرطوم مياه ، ويسمح للماء بدخول الأنبوبة حتى يخرج من فتحة جانبية فى جسم الصمام .

٥ – تلفف العجلة حتى يصبح صمامها فى الوضع العلوى ثم يفك الصمام الخاص (وبذلك ينصرف الماء الفائض) .

٦ – تولج وليجة الصمام (البلف) وينفخ الإطار .

تفريغ الإطار :

١ – ترفع العجلة المديرة المراد تفريغ إطارها من الماء بحيث يكون صمامها فى الوضع السفلى .

٢ – يزاد ضغط الهواء إلى ٢ – ٣ ضغط جوى ، ثم يفك وليجة الصمام (البلف) ، فيندفع الماء كله – فيما عدا بقية قليلة منه – خارجاً من الأنبوبة الداخلية بفعل ضغط النفخ .

٣ – يركب الصمام الخاص فى مكانه ويربط الجزء العلوى من صمام الضغط فى الصمام الخاص .

٤ – عندما ينفخ الإطار تنطرد البقية الباقية من الماء – بفعل ضغط النفخ – من خلال أنبوبة صغيرة فى الصمام الخاص .

٥ – يفك الصمام الخاص وتركب وليجة صمام الضغط (البلف) .

٦ – ينفخ الإطار حتى الضغط المحدد .

ولا تتطلب الصمامات الخاصة فى القالب ماء مضغوطاً . لذلك فإذا تعذر الحصول على مياه مضغوطة من الصنابير أو من أى مصدر مشابه ، يمكن استخدام وعاء ماء موضوع على ارتفاع مناسب للعمل بمثابة خزان مياه .

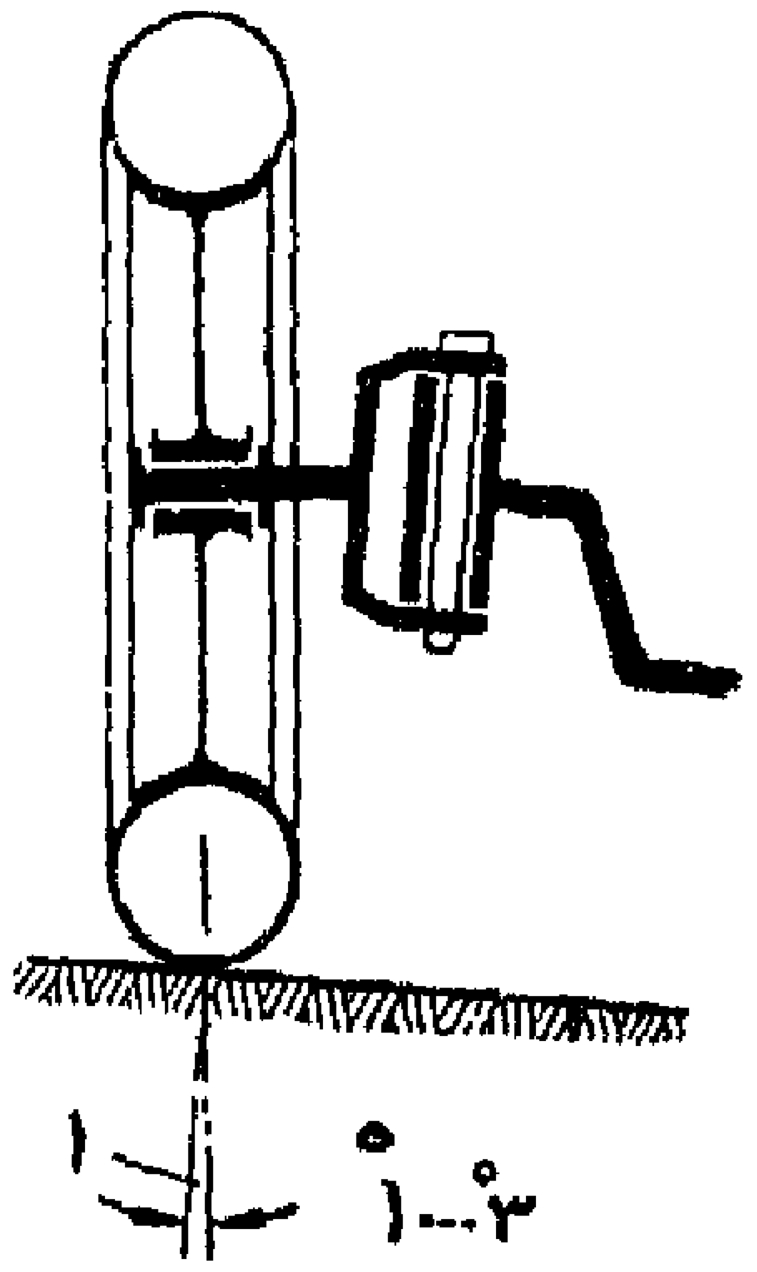
وفى الأجواء الباردة (الصاقعة) يجب منع تجمد مياه الملء . ولهذا الغرض يضاف أليها كلوريد الكالسيوم (كا كل٢ ٦ يد٢أ) على هيئة بللورية ، أو كلوريد المغنسيوم (مغ كل٢ ٦ يد٢أ) . وتكون الإضافة بنسبة ٥,٥ كجم تقريباً من المادة المانعة للتجمد إلى كل ١٠ لتر من الماء . وعند الخلط يجب مراعاة إضافة هذه المواد الكيميائية إلى الماء ، وليس العكس ، حتى لا تقع حوادث .

ويتابع الخليط بالتقليب المستمر حتى تذوب المواد المخلوطة تماماً . وهذا الخليط المانع للتجمد يتفاعل مع المعادن . لذلك يحظر استخدامه فى ملء دورة التبريد .

ويبين الجدول التالى مقارنة بين وزن كل إطار (بالكيلوجرامات) قبل إضافة مادة منع التجمد وبعد إضافتها :

مقاس الإطار	وزن الإطار بالكيلوجرامات	
	قبل إضافة مادة منع التجمد	بعد إضافة مادة منع التجمد
٦,٠٠ × ١٦	١٧	٢٤
٦,٥٠ × ٢٠	٢٥	٣٦
٧,٠٠ × ٣٦	٥٠	٧٠
٨,٠٠ × ٢٠	٤٠	٥٦
٩,٠٠ × ٢٤	٦٥	٩٠
٩,٠٠ × ٤٠	٩٥	١٣٢
١٢,٧٥ × ٢٨	١٤٥	٢٠٠
١٠,٠٠ × ٢٤	٧٠	٩٨
١٣,٠٠ × ٣٠	٢٠٠	٢٨٠
١٥,٠٠ × ٣٠	٢٤٥	٣٤٠

شكل (٢٨٦) : الكامبر (أ) زاوية الكامبر



(هـ) أوضاع العجلات :

تتوقف نوعية (خصائص) القيادة والتوجيه الجيدة للجرارات ، إلى حد كبير على وضع العجلتين الأماميتين بالنسبة للمحور الأمامي ومستوى الأرض .

زاوية الكامبر :

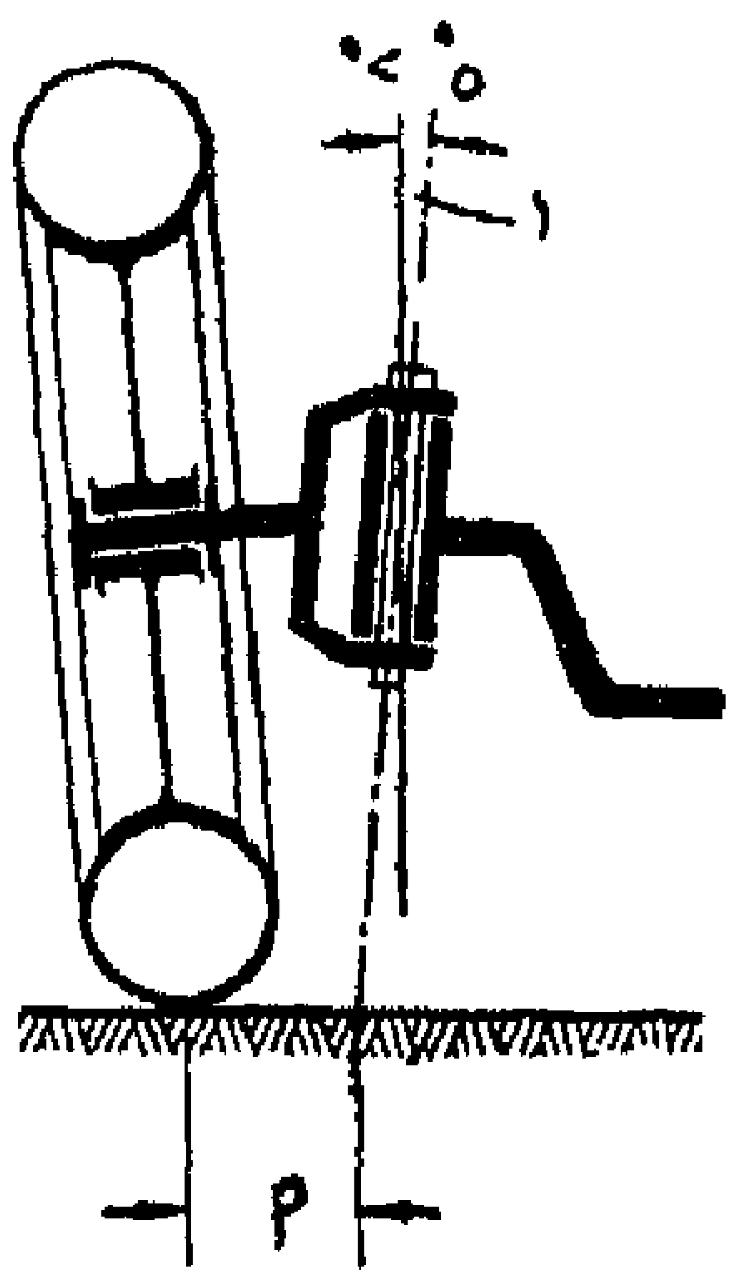
يتبين من الشكل ٢٨٦ أن مستوى كل من العجلتين الأماميتين ليس متعامداً مع مستوى الأرض ، ولكنه يميل تجاه المركبة بحوالى ١° — ٣° . وتسمى زاوية الميل هذه باسم « زاوية الكامبر » ، أو باختصار « الكامبر » .

وزاوية الكامبر تحسن من مقدرة الجرار على المناورة ، وتمكن العجلتين الأماميتين من ضبط نفسيهما تلقائياً فى الاتجاه المستقيم بعد الانتهاء من السير فى منحن .

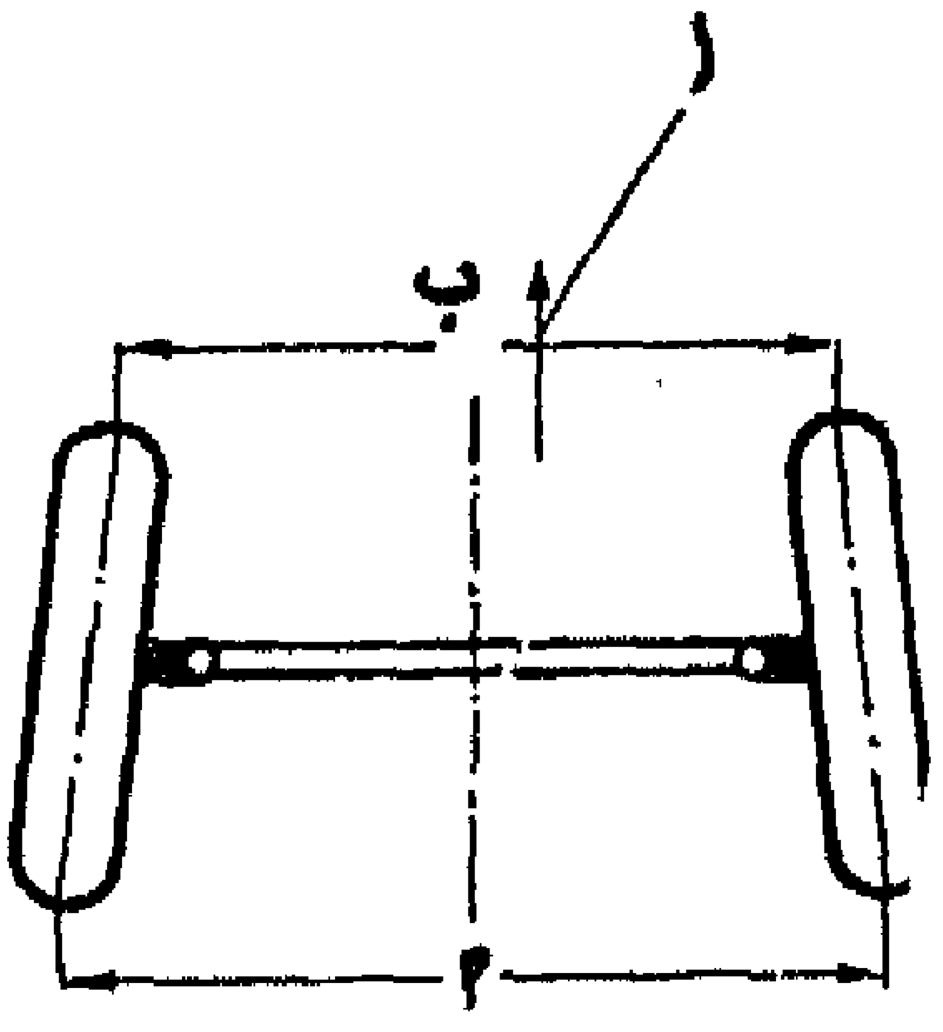
ونظراً لأن زاوية الكامبر يجرى ضبطها بإمالة المسمار الرئيسى لدوران العجلة الأمامية بالقدر المطلوب ، لذلك فإن أى تآكل فى هذا المسمار وجلبته يؤثر تأثيراً سيئاً على كل من قدرة المناورة والتآكل فى الإطارات . ويستدل على أى انحراف عن زاوية الكامبر الصحيحة بشكل التآكل فى الإطارات . ويمكن منع هذا التآكل بمداومة تبديل وضع العجلتين الأماميتين كل مكان الأخرى.

زاوية ميل المسمار الرئيسى لمحور دوران العجلة الأمامية على المحور الرأسى :

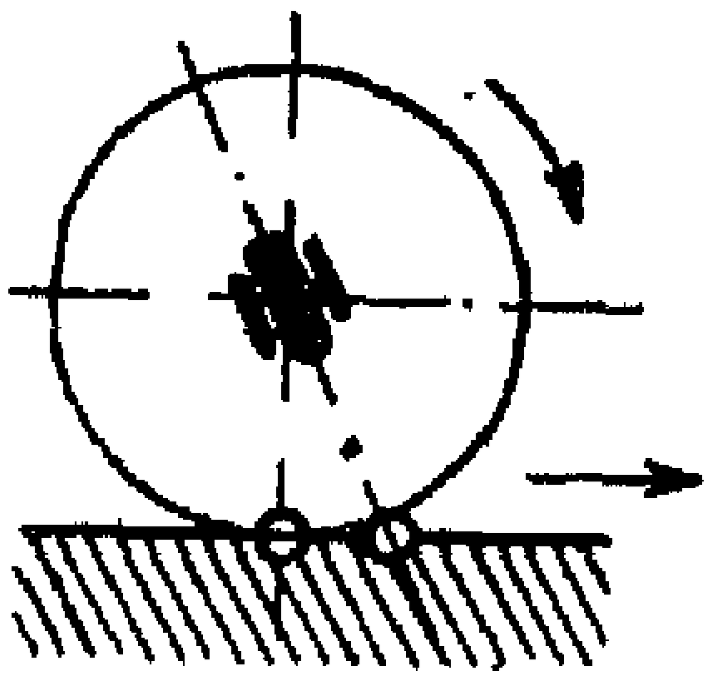
يمنح هذا المسمار الرئيسى زاوية جرف داخلية لمنع انتقال الصدمات ، التى تحدث للعجلتين الأماميتين بسبب وعورة الطريق ، إلى جهاز القيادة والتوجيه مباشرة . وإذا لم تكن زاوية الميل هذه صحيحة بالجرار ، فإن الجرار يتجه إلى الطفو (أى إلى مفارقة عجلاته لسطح الطريق) ، وتترنح عجلتاه الأماميتان . وتؤخذ زاوية ميل هذا المسمار الرئيسى ٢° — ٥° (الشكل ٢٨٧) .



شكل (٢٨٧) : زاوية ميل المسمار الرئيسى .
١ — زاوية الميل



شكل (٢٨٨) : لم المقدمة
١ — يوضح السهم اتجاه التحرك



شكل (٢٨٩) : زاوية الكاستر . يميل المسمار الرئيسى لمحور دوران العجلة الأمامية فى عكس اتجاه التحرك المبين بالسهم .

لم المقدمـــة :

يعتبر لم المقدمة ضرورياً لتحسين قدرة المناورة بالجرار ، ولتقليل التآكل فى الإطارات (الشكل ٢٨٨) .

والمسافة بين حافتى العجلتين الأماميتين من الأمام (المقدمة) أقل منهـا من الخلف ، والفرق بينهما يسمى « لم المقدمة » ، ويساوى ٦ مم إلى ١٠ مم فى الجرارات . وعند قياس لم المقدمة يجب أخذ القراءات فى مستوى مركزى العجلتين الأماميتين ، كما يجب جعل هاتين العجلتين فى وضع القيادة فى اتجاه مستقيم .

زاوية الكاستر :

وتعرف هذه الزاوية كذلك باسم (التراوح الميلى) . وهى تؤثر على العجلتين الأماميتين بحيث تجعلهما يأخذان الاتجاه المستقيم تلقائياً بعد الانتهـاء من السير فى منحن (الشكل ٢٨٩) . ويمكن الحصول على زاوية الكاستر بوضع المسمار الرئيسى لمحور دوران العجلة الأمامية أمام خط تماثل العجلة الرأسى . وبذلك يصبح مركز تلامس الإطار خلف نقطة تقاطع هذا الخط مع الأرض . والطريقة الأخرى للحصول على زاوية الكاستر هى إمالة هذا المسمار الرئيسى بالنسبة لوضع مفصل التوجيه . وتتراوح زاوية الكاستر من ١° إلى ٥° .

(و) ملاحظات تتعلق بالصيانة والإصلاح :

١ — يرجع ضعف مقدرة الجرار على المناورة ، وكذلك التآكل فى الإطارات ، إلى ترنح العجلتين الأماميتين نتيجة لعدم موازنتهما . ولموازنة هاتين العجلتين يجب رفع الجرار بحيث تصبح

العجلتان حرتى الحركة . وعندما تدور العجلة غير الموازنة فإنهـا ، بعد انتهـاء الدوران ، تقف دائماً فى وضع معين . وتتجه المنطقة غير الموازنة من العجلة دائماً إلى أسفل موضع بهـا عند الوقوف . وفى الموضع المقابل له من الجهة الأخرى ، وبالتحديد عند قمة صرة العجلة ، تربط – أو تلحم – قطعة معدنية يكون وزنهـا كافياً بالضبط لمعادلة تأثير عدم التوازن . وتصبح العجلة متوازية تماماً عندما تدار بعد ذلك فتقف فى أوضاع مختلفة فى المرات المتتالية .

٢ – عندما يستخدم الجرار للعمل على أرض صخرية قد تتلف صرر العجلات ، أو حوافيهـا ، أحياناً .

وحينئذ ينبغى إصلاح العجلة أو العجلات التالفة على الفور إن أمكن ، أو استبدالها .

وإذا اختل انضباط صرة العجلة فيجب عدم إصلاحها إلا فى ورشة متخصصة .

٣ – عند تركيب الإطار ينبغى اختيار المقاس الصحيح من الغطاء والأنبوبة ، لأن الأنابيب الداخلية ، إذا كانت أكبر قطرا من المقاس الصحيح ، فسرعان ما تتجعد داخل الإطار فتتقطع وتصبح عديمة النفع .

ويحظر تركيب الأطواق غير المناسبة ، لأنها تتلف الحوافى وشفاه الإطارات . وينصح بوضع طبقة رقيقة من الصابون الناعم على النهاية الملوية لكل حافة (ويحظر استخدام الشحومات أو الزيوت) مع تبليل الأطواق .

وبعد هذه التحضيرات يمكن تركيب الإطار بسهولة . ويجب الحذر من عصر الأنبوبة الداخلية بين شفة الإطار والحافة .

٤ – قواعد تتعلق بتركيب الإطارات :

(ا) تنظف الحافة ويغطى القاع على الفور ، إن أمكن ذلك ، بمادة (ورنيش) مقاومة للصدأ سريعة الجفاف .

(ب) يرش مسحوق الصابون على الأنبوبة الداخلية والغطاء من الداخل .

(ج) تولج قلابة الإطار والأنبوبة الداخلية .

(د) يجب تركيب الإطار بحيث تتطابق البقعة الملونة ، الموجودة على جداره الجانبى مع فتحة الصمام فى الحافة .

(هـ) يضغط على الشفة السفلى بانتظام لإيلاجها فى الحافة ذات القاع ، ويستخدم لذلك طوق خاص إذا لزم الأمر .

(و) يركب الخرطوم الداخلى فى الغطاء الخارجى ، وينفخ الغطاء قليلا .

(ز) عند تركيب الشفة العليا فى الحافة يبدأ دائما من الجهة المقابلة للصمام . وينبغى دفع هذه الشفة إلى قاع الحافة مارة تحت نهايتها الملوية .

ويجب دائما إرجاع الشفة إلى وضعها بالجلوس والضغط عليها بالركبتين إذا تطلب الأمر ذلك .

(ح) ترفع الشفة من مواضع متقابلة بالتناوب على نهاية الحافة الملوية ، بوساطة ذراع خاص (لافيه) حتى يزوج الغطاء بالحافة بالشكل الصحيح .

(ط) ينفخ الإطار بالضغط المحدد له ويحكم رباط الصامولة . ويراجع الإطار مرة أخرى للتأكد من جودة تركيبه .

ويختلف تركيب الإطارات على حوافى مسطحة القاع قليلا عن طريقة التركيب السابق ذكرها . فيبدأ أولا بتنفيذ العمليات المذكورة من ا إلى د . وتوضع قلابة الإطار على الحافة بحيث تكون منتظمة تحت الشفة .

وعند تركيب الإطار على الحافة ينبغى التأكد من عدم إمالة الصمام . ثم تركب النهاية الملوية المنفصلة بعناية . ويحكم وضعها بوساطة حلقة (طوق) يايية . ويجرى ذلك بوضع الحلقة بعناية فى المجرى الموجودة بمحيط الحافة . ولنفخ الإطار بالضغط المحدد توضع العجلة على الأرض بحيث تتلامس النهاية الملوية المنفصلة ، وبها الحلقة اليايية مع الأرض . وهذا الوضع كفيل بمنع وقوع الحوادث التى قد تنجم عن عدم حبس النهاية الملوية أو الحلقة اليايية فى موضعهما بالمجرى بفعل النفخ ، مما يؤدى إلى تطايرهما .

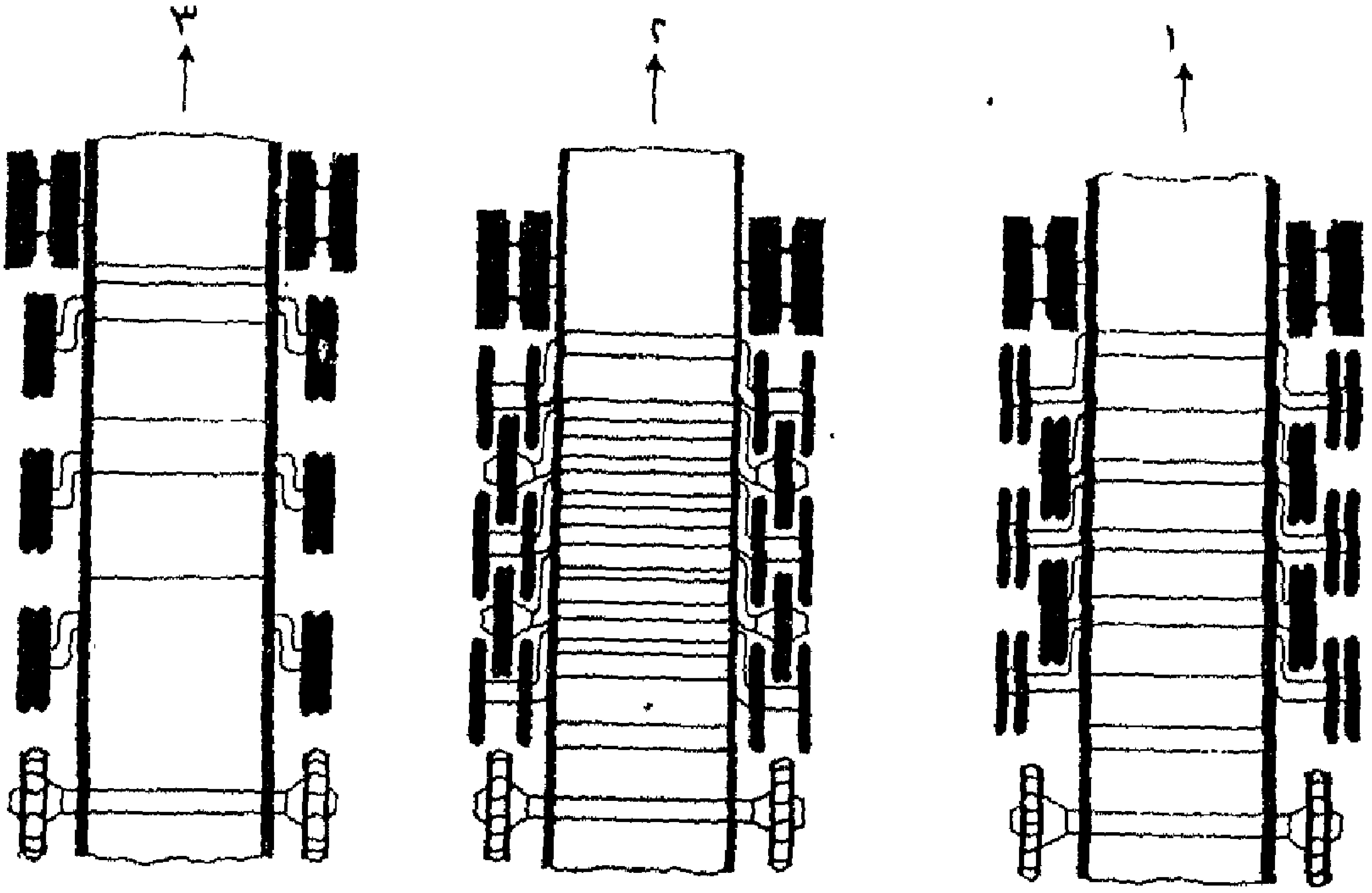
٥ — لتغيير العجلات يبدأ أولا بوضع كتل أسفينية خلفها لتثبيت الجرار . ثم يفك رباط الصواميل قليلا دون خلعها . وبعد ذلك فقط يرفع الجرار بوساطة مرفاع (كوريك ، أو ونش)، وتخلع الصواميل ثم العجلات . وتركب العجلات بالترتيب العكسى لهذه العمليات . ولا يجرى إحكام ربط صواميل العجلات إلا بعد إزالة المرفاع . ويجب ربط الصواميل أو فكها بترتيب متقابل . وبعد ساعة من التشغيل ينبغى إحكام ربط الصواميل .

٦ — قبل البدء فى التحرك بالجرار ينبغى التأكد من النفخ الصحيح للإطارات .

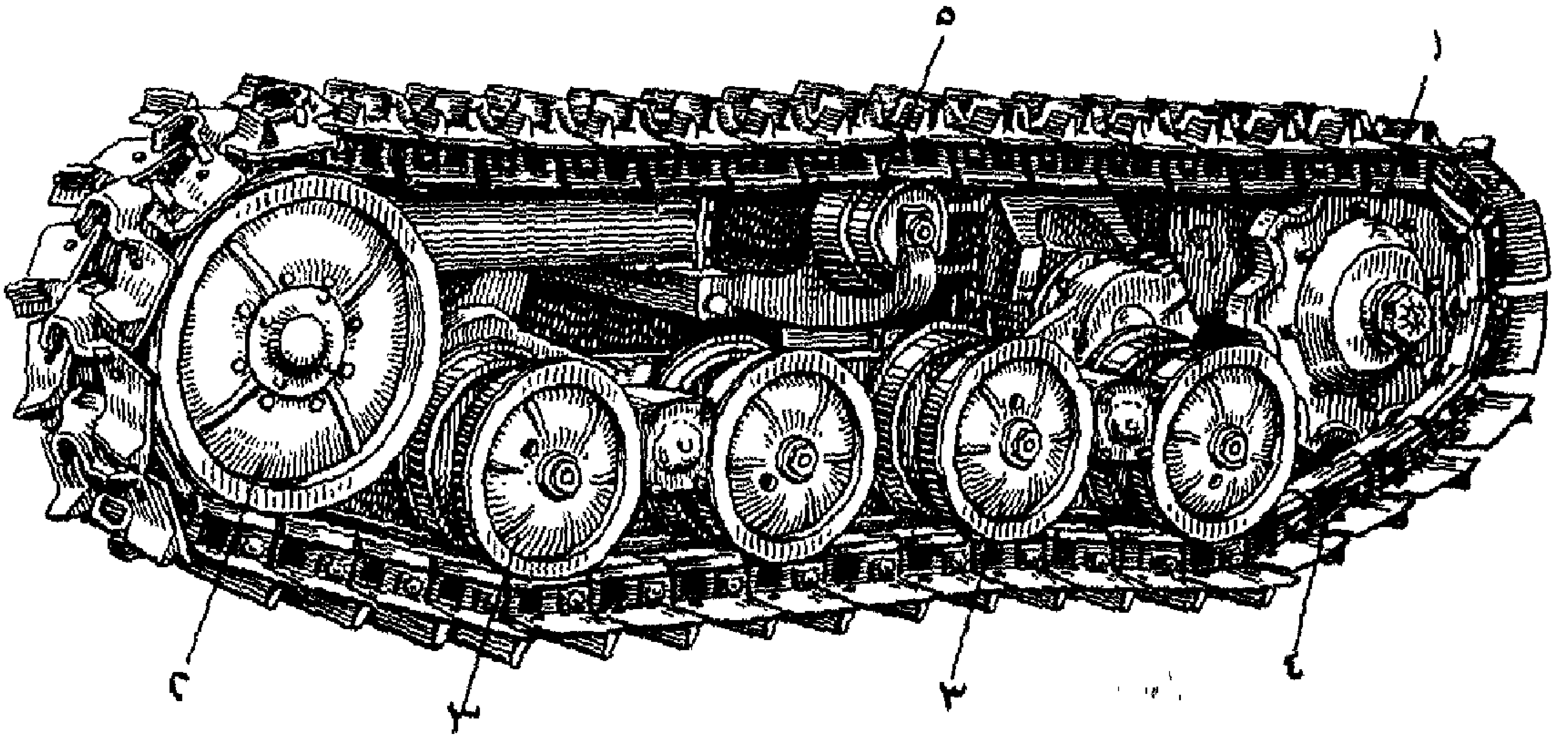
٧ — الهيكل الأساسى للجرارات المجنزرة :

(أ) المكونات الرئيسية للهيكل الأساسى ، ووظائفها :

تستخدم الجرارات المجنزرة فى مجالات الزراعة أوأعمال الغابات على نطاق واسع نظرا لما تتميز به من ضغط نوعى منخفض على الأرض ، يبلغ من ٠٫٣٦ كجم / سم إلى ٠٫٥٠ كجم سم ، وقوى جر ملحوظة ، وعروض تشغيل كبيرة .



شكل (٢٩٠) : أنواع مجموعات الحركة .
١ – مجموعة الحركة المرتبة ترتيباً خلافياً
٢ – مجموعة الحركة الصندوقية
٣ – مجموعة الحركة المرتبة فى صف واحد



شكل (٢٩١) : مجموعة إدارة الأسنان الداخلية (وتعرف كذلك باسم مجموعة إدارة الجنزير المركزية) .
١ – عجلة إدارة الجنزير المسننة (عجلة الاسبروكت) .
٢ – عجلة الجنزير الوسيطة (عجلة شد الجنزير)
٣ – العجلات الدحروجية الوسيطة (عجلات الطريق أو البواجى)
٤ – الجنزير
٥ – عجلة وسيطة لسند الجنزير

وهناك ثلاثة أنواع مختلفة من مجموعات الحركة أثبتت نجاحها فى التشغيل ، وهى — كما يوضحها الشكل ٢٩٠ — مجموعة الحركة الصندوقية (من الطراز الصندوقى) ، ومجموعة الحركة المرتبة ترتيبا خلافيا ، ومجموعة الحركة المرتبة فى صف واحد . وتنتقل القدرة المولدة من المحرك إلى العجلة المسننة (عجلات الاسبروكت) عن طريق القابض (الدبرياج) ، وصندوق تروس تغيير السرعات (الجيربوكس) ، ومجموعة التروس الفرقية والعمود المناول .

والجرارات المستخدمة فى مجالات الزراعة تصل قدرات محركاتها إلى ١٠٠ قدرة حصانية . وتتكون مجموعة الحركة بالجرار الجنزر أساسا من الوحدات الرئيسية التالية :

— عجلة إدارة الجنزير المسننة (عجلة الاسبروكت) .

— عجلة الجنزير الوسيطة (وتسمى كذلك عجلة شد الجنزير) .

— العجلات الدحروجية الوسيطة (وتسمى كذلك عجلات الطريق أو البواجى) وعجلات سند الجنزير الوسيطة بمجموعات تعليقها .

— الجنزير .

والعجلات الدحروجية الوسيطة ، وعجلات سند الجنزير الوسيطة تعمل بمثابة دلائل للجنزير ، وتمنع وصلاته (لقمه) الثقيلة من الترخيم (الارتخاء) . ونظرا لوجود مجموعة حركة بكل من جانبى الجرار ، فإنه يجب الوصل بينهما بحيث يمكن منع أية زحزحة انتقالية حتى ولو تحرك واحد من الجنزيرين فقط على أرض غير ممهدة .

ويمكن تحقيق ذلك فى الغالب بوساطة اليايات الورقية والمحاور الحاملة الجسيئة (وتسمى كذلك قضبان اللى) .

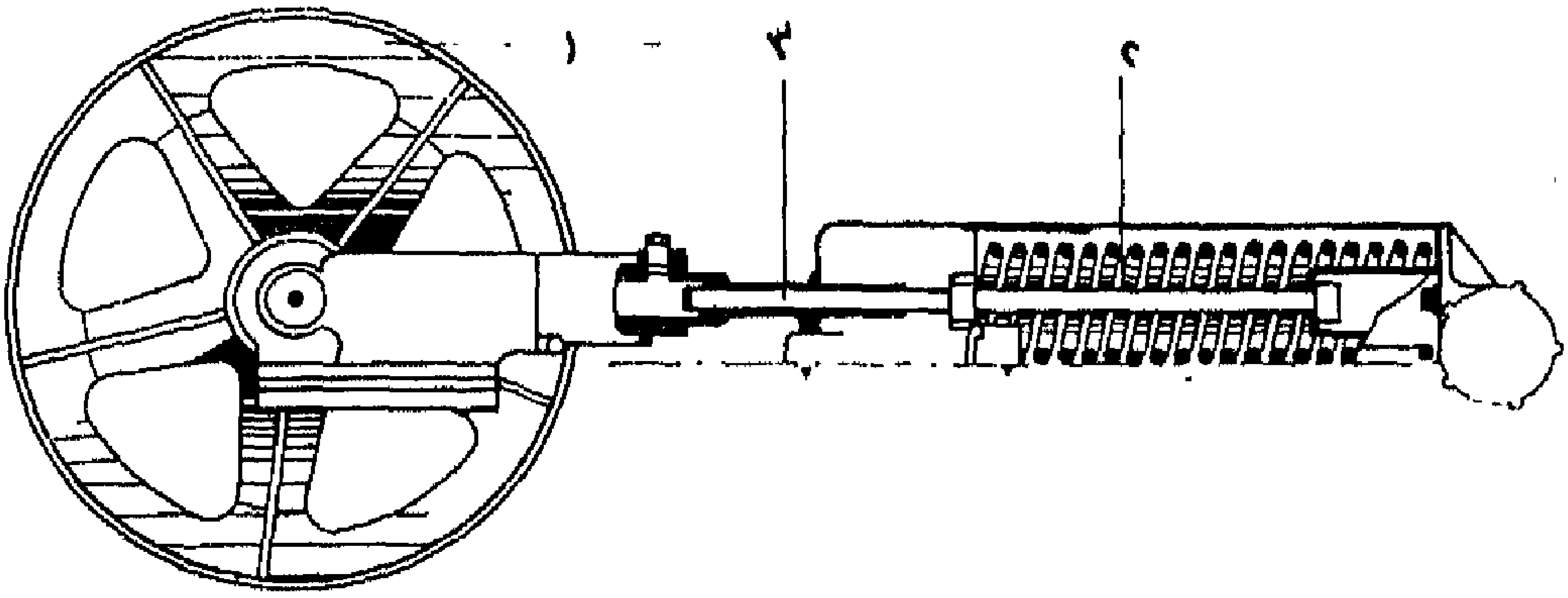
عجلة إدارة الجنزير المسننة (عجلة اسبروكت) :

ترتب عادة فى الخلف وتتعشق أسنانها بالجنزير المتصل بحركة الجرار فوقه . وهناك مجموعة إدارة الأسنان الداخلية (الشكل ٢٩١) وهى الشائعة الاستخدام ، ومجموعة إدارة الأسنان الخارجية .

عجلة الجنزير الوسيطة (عجلة شد الجنزير) :

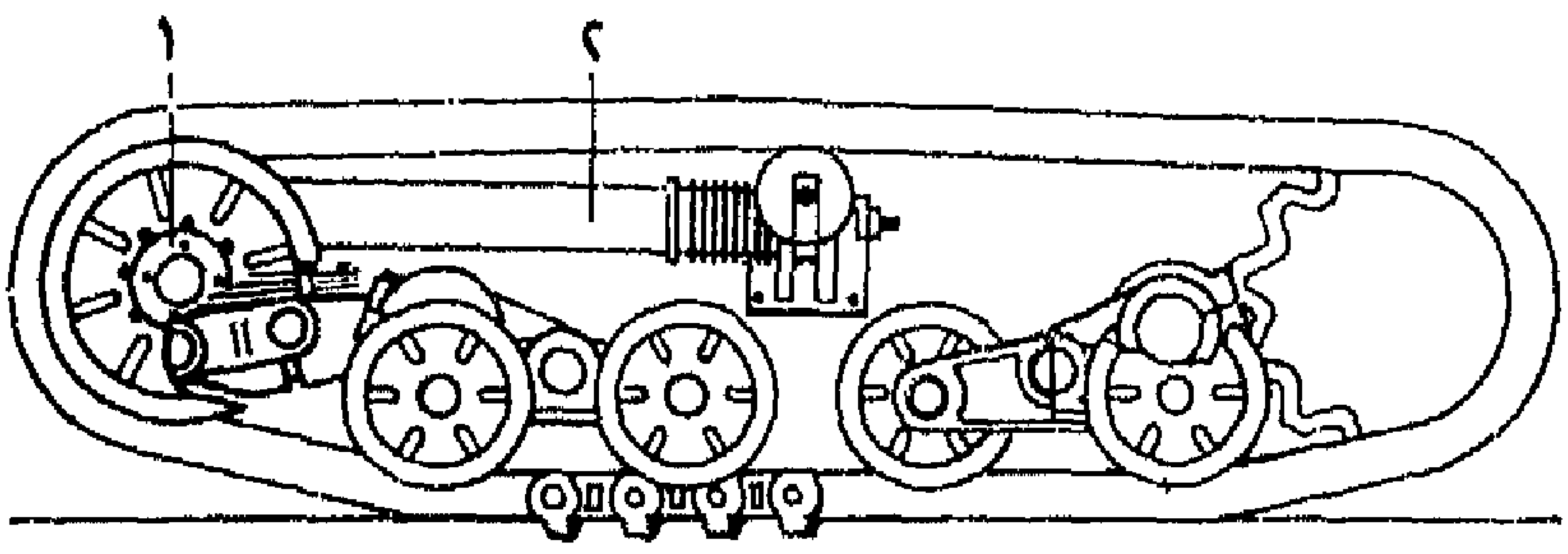
وتستخدم لفرد (شد) الجنزير وتوجيهه . ويتحرك الجنزير على العجلة الوسيطة ، المركبة بياى ، فتمنعه من التزحلق والهروب من العجلة المسننة (عجلة الأسبروكت) .

ويوضح الشكل ٢٩٢ مجموعة تعليق بياى حلزونى خاصة بعجلة الجنزير الوسيطة . وعند السير على أرض غير ممهدة تعمل هذه المجموعة بوساطة عدة أذرع ووصلات فتكفل للجنزير شدا ثابتا (الشكل ٢٩٣) .



شكل (٢٩٢) : مجموعة تعليق بياى حلزونى خاصة بعجلة الجنزير الوسيطة .

١ – عجلة الجنزير الوسيطة ٢ – ياى حلزونى ٣ – وصـــلة



شكل (٢٩٣) : مجموعة تعليق عجلـــة الجنزير الوسيطة .

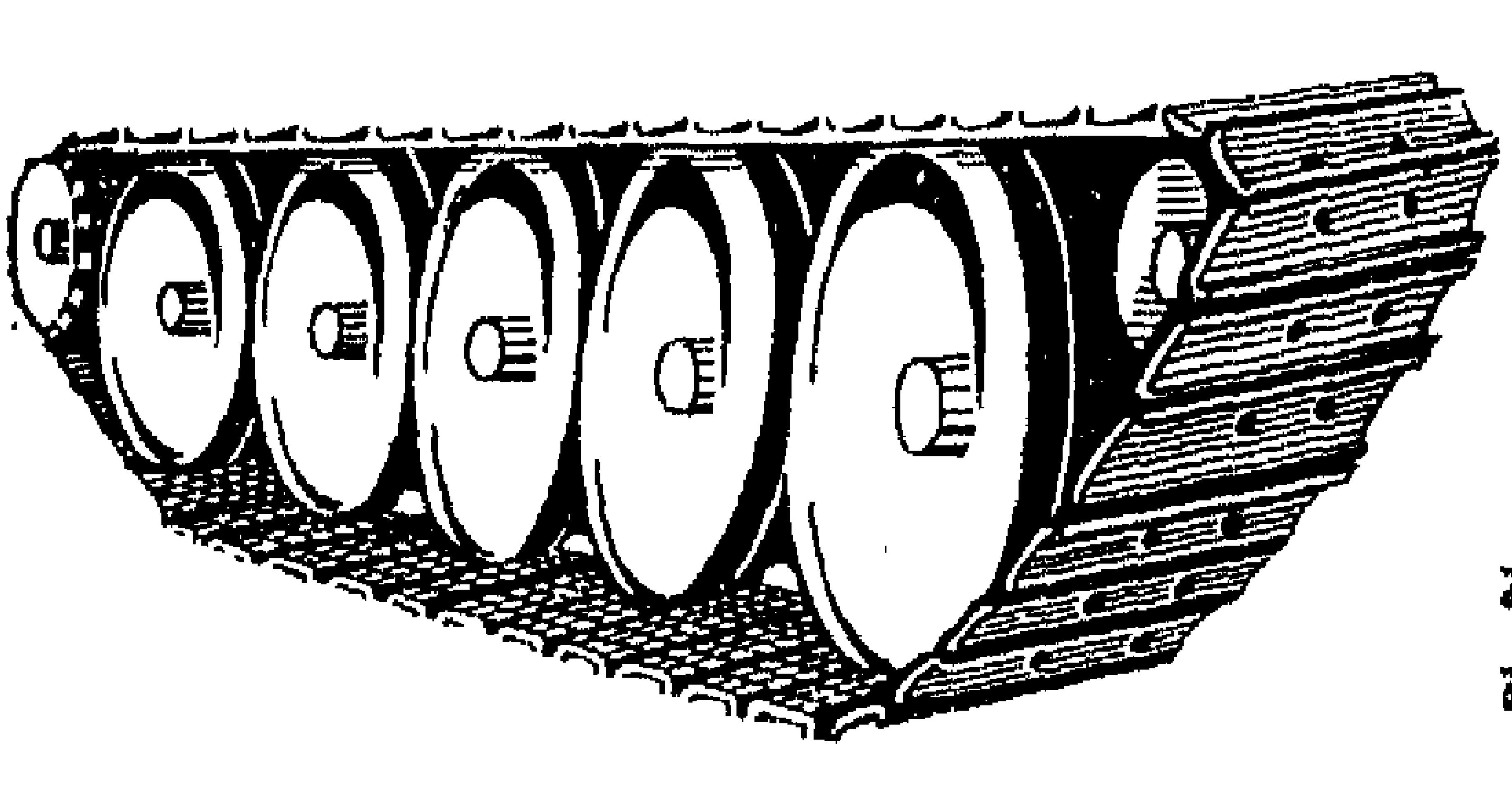
١ – عجلة الجنزير الوسيطة

٢ – أذرع ووصلات و ي الياى الحلزونى

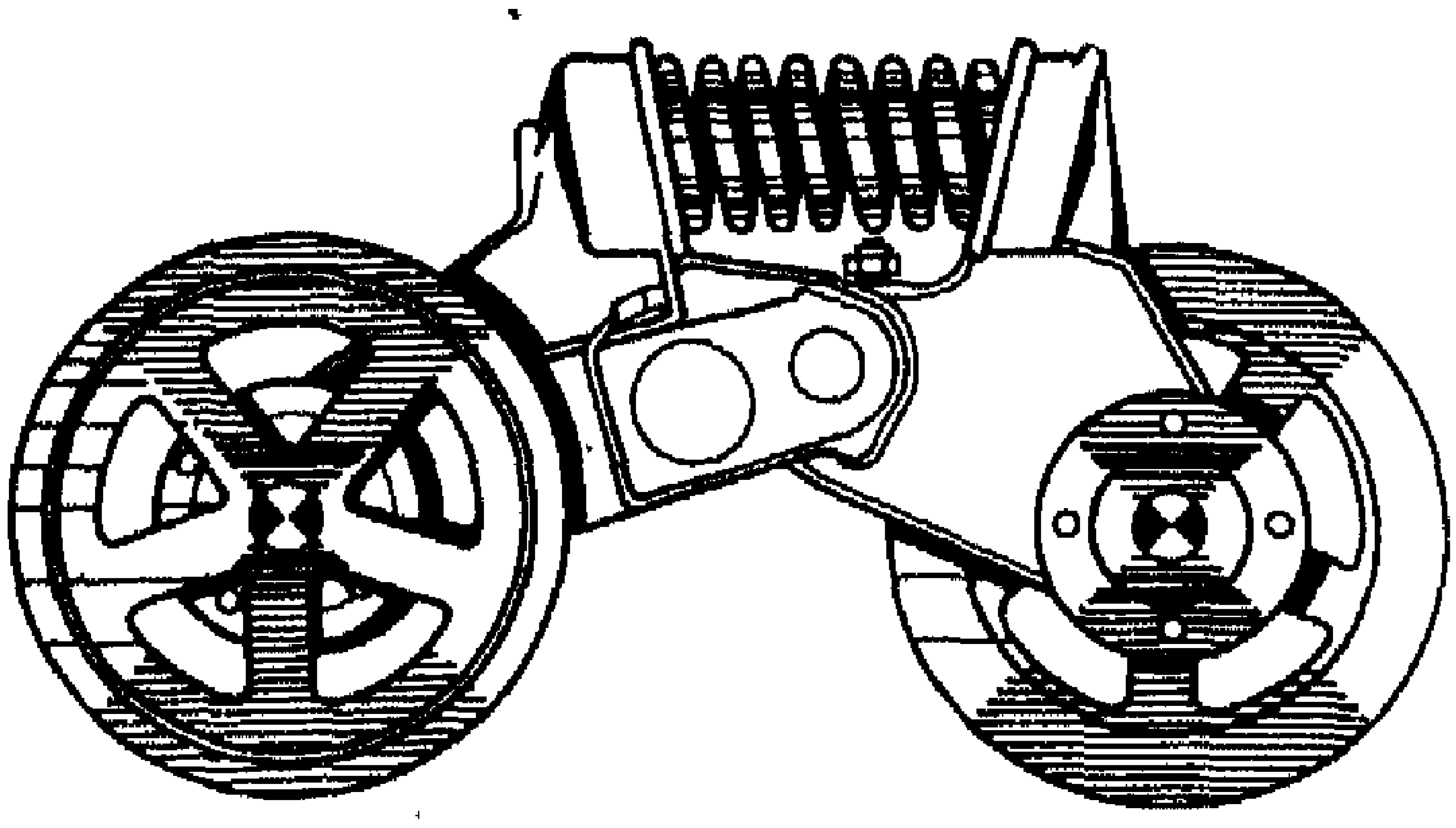
العجلات الدحروجية الوسيطة (عجلات الطريق أو البواجى) ، وعجلات سند الجنزير الوسيطة :

تستخدم بمثابة دليل لتوجيه الجنزير ومنع ترخيم (ارتخاء) الجزء العلوى منه . ونظرا لتعرض هذه العجلات لإجهادات عالية فإنها تصنع من مسبوكات الصلب العالى الجودة مع تصليد محاور (أعمدة) حملها . ويجب تزييتها كلية للتقليل من تآكلها .

وللعجلات الدحروجية الوسيطة المستخدمة فى الجرارات مقاسات مختلفة . ويوضح الشكل ٢٩٤ مجموعة حركة بعجلات دحروجية وسيطة كبيرة القطر ، تبطن أسطح التشغيل بها بالمطاط لتحقيق الحركة الهادئة وتحسين مرونتها . وتستخدم هذه العجلات الكبيرة القطر حديثا بصفة



شكل (٢٩٤) : مجموعة حركة بعجلات دحروجية وسيطة كبيرة القطر .



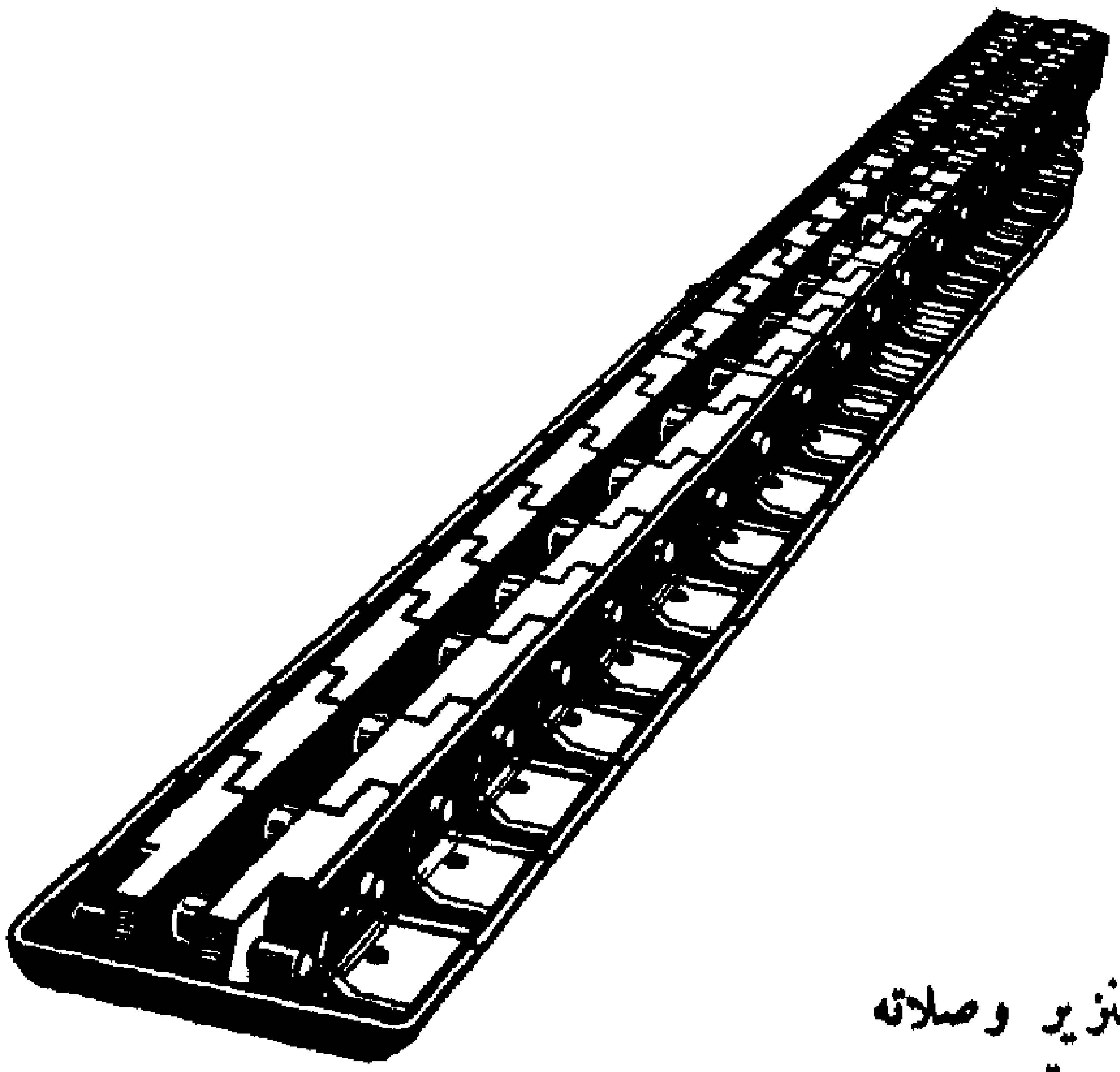
شكل (٢٩٥) : مجموعة تعليق العجلة الدحروجية الوسيطة .

خاصة فى الحالات التى يحتمل فيها جرف كميات كبيرة من الرمال ومواد التربة مع مجموعة الحركة ، فيصبح الانفعال بها زائدا على الحد المقرر .

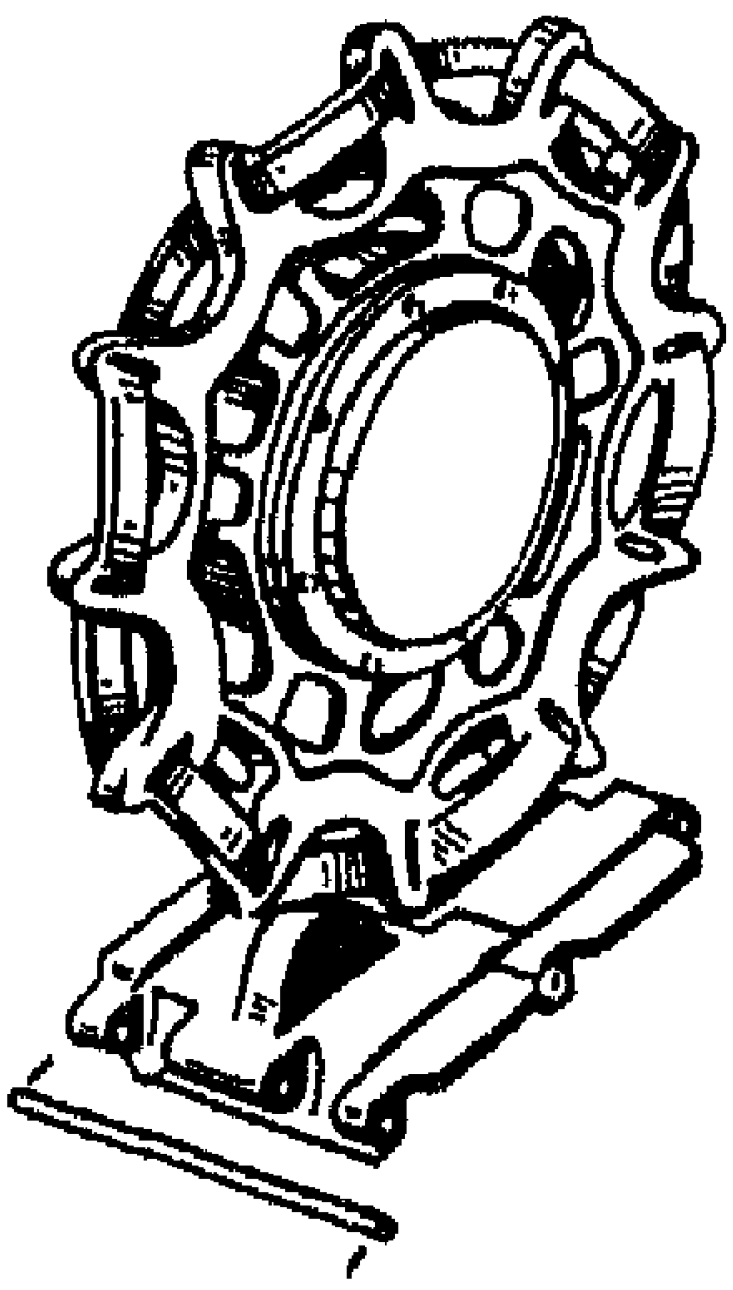
وتركب العجلات الدحروجية الوسيطة بيايات (الشكل ٢٩٥) لمنع حدوث الانفعال الزائد على الحد ، وبالتالى منع حدوث انكسارات عند التحرك بسرعات عالية . ويشيع استخدام اليايات الحلزونية والورقية ، كما تستخدم قضبان اللى حديثا . وقضيب اللى عبارة عن عمود لى مصنوع من صلب اليايات العالى الجودة ، ويثبت بإحكام من كلا طرفيه . ويحدث الفعل اليابى بلى القضيب حول محوره الطولى .

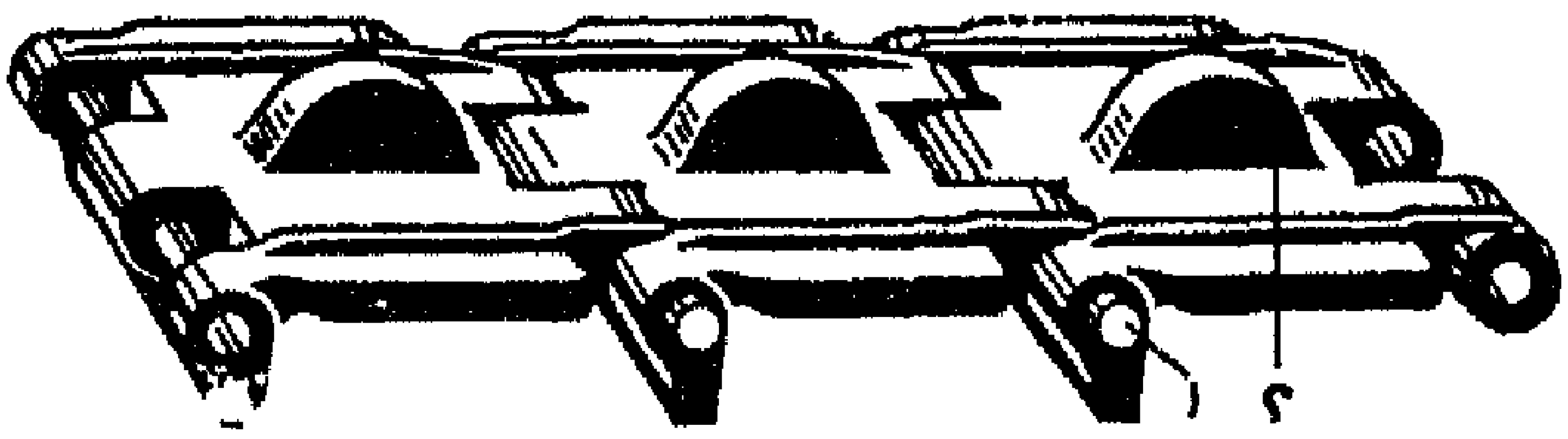
الجنزير :

يتكون من عدد معين (من ٣٠ إلى ٤٠) من الوصلات (اللقم) يتوقف على تصميم الجنزير . وتكبس فى كل وصلة وصلة جلب ، تعرف كذلك باسم عيون لقم الجنزير ، تولج فيها بنوز الجنزير .



شكل (٢٩٦) : جنزير وصلاته متراصة على شكل قضيب توجيه .


(ب)



(أ)

شكل (٢٩٧) : جنزير مسنن .
(ا) وصلات الجنزير وبهـا البروزات المشكلة
(ب) تعشيق بروزات الجنزير بعجلة الإدارة المسننة .
١ – بنز الجنزير ٢ – بروز لتوجيه الجنزير

وبنز الجنزير البسيط عبارة عن بنز عادى مدور المقطع ، يمنع من التحرك جانبيا بوساطة تيلة مشقوقة . وتزود جنازير الجرارات الحديثة فى الغالب ببنوز تركب بإحكام بحيث لا يسمح لها بالدوران أو بالتحرك جانبيا . ويجب عدم تزييت بنوز الجنزير (وتسمى الجنازير فى هذه الحالة باسم الجنازير الجافة) لأن التزييت يزيد من معدل التآكل فيها بشكل ملحوظ نتيجة لالتصاق جزيئات الرمل بها .

وهناك تصميمات عديدة لبنوز جنازير مركبة على محامل ابرية . وفى هذه الحالة يجب تزييت المحامل فى فترات منتظمة لكفالة عمر استخدام طويل لها .

(ب) حركة الجنزير :

يستمد الجنزير حركته عادة من عجلة الإدارة المسننة (الاسبروكت) عن طريق البنوز . ولضمان التوجيه الصحيح للجنزير بوساطة العجلات الدحروجية الوسيطة ، تزود كل وصلة (لقمة) من الوصلات بأسطح توجيه ، أو تشكل الوصلات بحيث تتراص إلى جانب بعضها البعض على شكل قضيب (الشكل ٢٩٦) . وهناك تصميم آخر للجنزير محدود الاستخدام ، وهو الجنزير المسنن الذى تزود كل وصلة من وصلاته ببروز على شكل سن تتعشق بعجلة الإدارة المسننة (الاسبروكت) المصممة ، فى هذه الحالة ، تصميما خاصا . وتخدم هذه البروزات فى توجيه الجنزير على العجلات الدحروجية الوسيطة (الشكل ٢٩٧) .

وبالرغم من انخفاض الضغط النوعى على الأرض ، فقد يتطلب الأمر فى بعض الحالات

الخاصة زيادة عرض الجنزير . وتتراوح العروض القياسية للجنازير بين ٣٥٠ م وبين ٦٠٠ م . ويمكن زيادة عرض الجنزير بحوالى ٢٠٠ م بتركيب ألواح امتداد بوصلات . ويوصى بهذا التعديل فى العرض عند العمل فى الأراضى ذوات المستنقعات أو ذوات الرمال الناعمة . ومن الملاحظ أن هذا الإجراء يضعف من قدرة الجرار على المناورة .

وتحدث الكسور فى أجزاء مجموعة الحركة فى الغالب عندما يعمل الجرار فى الأراضى الحجرية . فى هذه الحالة تنحشر الأحجار بين عجلة إدارة الجنزير المسننة (عجلة الاسبروكت) ، أو عجلة الجنزير الوسيطة ، وبين الجنزير نفسه فتتسبب فى حدوث تلفيات جسيمة . لذلك تبطن بعض مجموعات الحركة غالبا بألواح معدنية .

(ج) ملاحظات تتعلق بالصيانة والإصلاح :

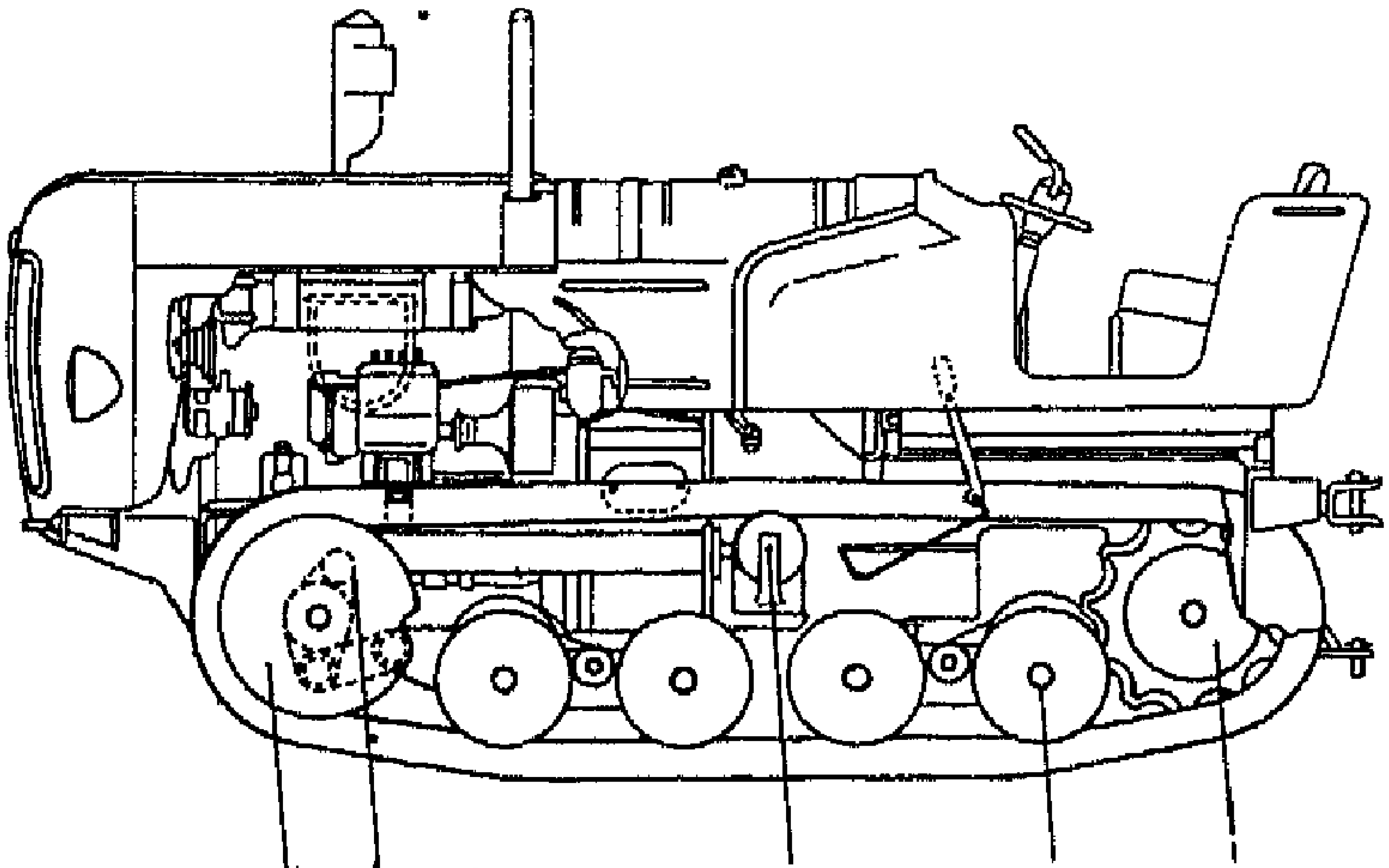
١ — تتعرض مجموعات الحركة بالجرارات المجنزرة لتآكل شديد نتيجة للتشغيل الشاق . لذلك يتحتم الالتزام بتزييت أجزائها أو تشحيمها وفقا لخريطة التزييت والتشحيم الواردة فى كتيب إرشادات التشغيل . ويوضح الشكل ٢٩٨ خريطة تزييت وتشحيم لأكثر المواضع أهمية بمجموعة الحركة عموما ، علما بأن كل نوع من أنواع الجرارات له ظروفه واشتراطاته الخاصة .

٢ — للمحافظة على الجرار بحيث يكون جاهزا للتشغيل فى أية لحظة يجب تنظيف مجموعة الحركة من الأتربة والطين فى فترات منتظمة . فتنظف وصلات الجنزير والعجلات الدحروجية الوسيطة ، والأجزاء الأخرى فى المجموعة ، تنظيفا جيدا بكميات وفيرة من المياه . وأفضل طرق التنظيف هى الغسل بالرش .

٣ — يجب شد الجنزير فى الوقت المناسب حتى يكون التآكل فى مجموعة الحركة أقل ما يمكن . وينبغى أن يكون الترخيم (الارتخاء) الحادث بين كل مسندين ضئيلا . ويحتوى كتيب إرشادات التشغيل على بيانات تفصيلية عن القيم المحددة للشد والترخيم ، وكذلك الوسائل المستخدمة فى شد الجنزير . وعند فرد (شد) الجنزير يوصى بوضع قدة خشبية عليه فى الاتجاه الطولى له لقياس الترخيم . والترخيم الزائد على الحد فى الجنازيز يجعل حركتها مترجحة (مترنحة) وصعبة ، ومن ثم فإنه يؤدى إلى حدوث تآكل شديد بها .

وإذا تعذر معالجة الترخيم الزائد بإعادة شد الجنزير ، فحينئذ تكون بنوز الجنزير وجلبها قد تآكلت . وإذا كانت البنوز المزوجة بإحكام هى المستخدمة ، فى هذه الحالة يجب خلعها وقلبها بمقدار ١٨٠° ثم يعاد تركيبها . وبذلك يمكن تشغيل الجوانب غير المتآكلة من البنوز والجلب ، ومن ثم يطول عمر تشغيلها بحوالى ٥٠٪

ويمكن تسهيل خلع البنوز والجلب إلى حد بعيد برش المجموعة بالكيروسين أو أى وسيط (مذيب) آخر مناسب قبل إجراء الخلع بعدة ساعات .



شكل (٢٩٨) : مواضع التزييت بمجموعة الحركة .
١ – عجلة ادارة الجنزير المسننة (عجلة الاسبروكت)
٢ – العجلات الدحروجية الوسيطة
٣ – عجلات سند الجنزير .
٤ – عجلة الجنزير الوسيطة
٥ – ذراع تحريك العجلة .

وإذا تعذر التخلص من الترخيم الزائد فى بعض الحالات فقد يصبح من المفيد خلع إحدى وصلات الجنزير للحصول على التأثير المطلوب . على أنه يحظر خلع وصلتين منها معا . وإذا لم تكن بنوز الجنزير وجلبها فى حالة جيدة فإنها قد تتآكل بالدرجة التى يصبح معها التعشيق الآمن لعجلة إدارة الجنزير المسننة (عجلة الاسبروكت) غير مضمون . وفى هذه الحالة ينصح أولا بخلع إحدى وصلات الجنزير . وإذا تعذر – بعد هذا الإجراء – التخلص من الترخيم الزائد فيجب خلع البنوز والجلب وقلبها بمقدار ١٨٠° . وإذا فشل هذا الإجراء كذلك فى الحصول على النتيجة المطلوبة فيجب استبدال جنزير جديد بالجنزير المعيب .

٤ – يجب عدم تزييت بنوز الجنازير وجلبها فى حالة الجنازير الجافة حتى لا يؤدى هذا الإجراء إلى حدوث تآكل بها سابق لأوانه .

٥ – إذا كانت ظروف التربة عادية فإن الجنزير يظل نظيفا تلقائيا . والأجزاء المتجمدة من التربة ، أو الطفال ، الرمل المجفف ، المنحشرة بين وصلات الجنزير قد تؤدى إلى حدوث تلفيات جسيمة بالجنزير . لذلك يجب التخلص من هذه الأوساخ قبل تشغيل الجرار .

ومن الأفضل اتخاذ هذا الإجراء فور إيقاف الجرار فى موقف الانتظار (الجراج) .

الفصل السابع
المعدات الخاصة فى الجرارات

١ – عـــام :

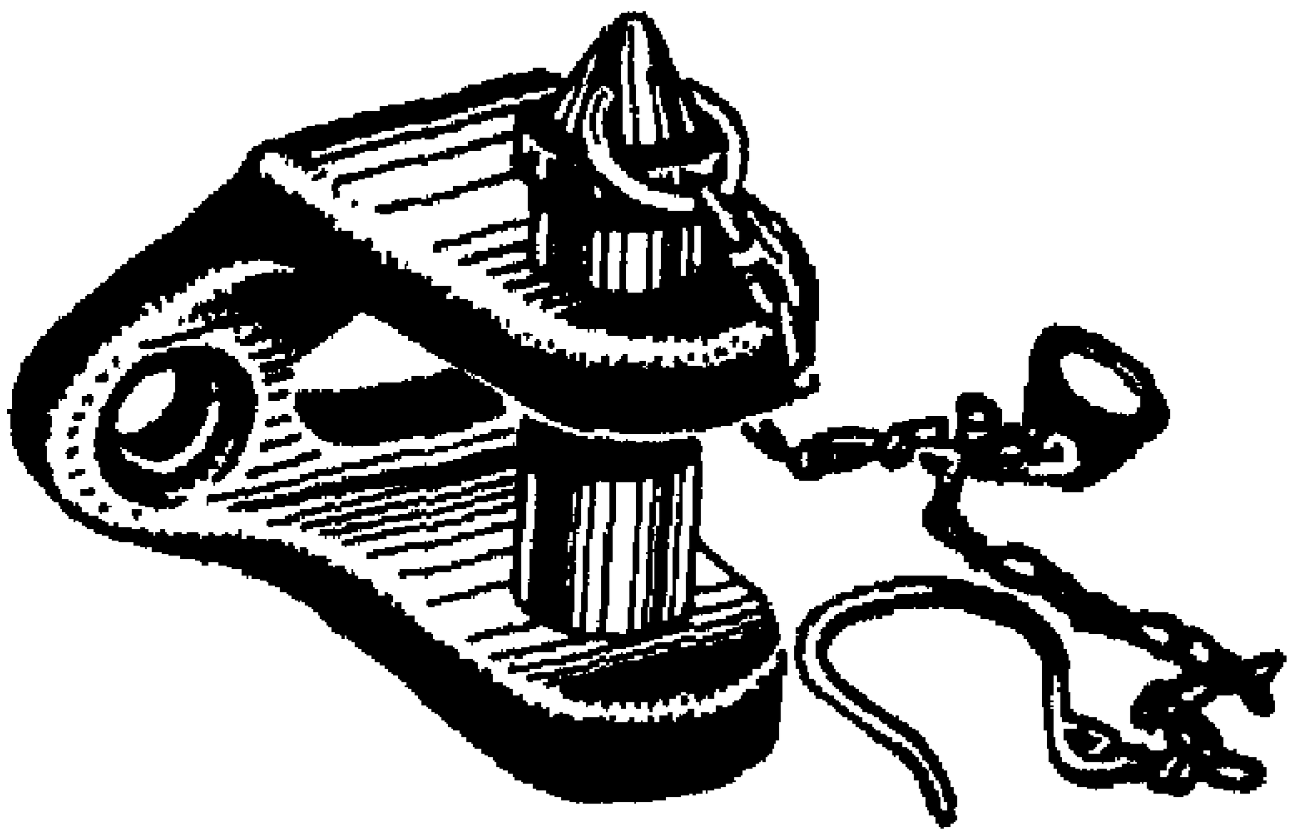
يمكن توسيع استخدام الجرارات وتنويعه بتزويدها بوحدات ومعدات إضافية . فعلى سبيل المثال يمكن تزويد الجرارات المجنزرة بنصل دافع ، والجرارات ذوات العجلات بونش حبل ينفع كثيرا فى تحميل الأخشاب فضلا عن توفير الوقت اللازم لذلك . ومن الملاحظ أنه بالإضافة إلى ذلك لا يستغنى عن وجود قارنات لتوصيل المقطورات بالجرارات ، إذ أن القارنات تعتبر من المعدات الأساسية لهذا الغرض . وهذه القارنات تستخدم لتوصيل المقطورات المختلفة التصميم بشكل آمن وسريع .

وفى مجال الزراعة تعتبر قارنات توصيل المعدات من أهم العوامل الحاكمة فى استخدام الجرارات . فبهذه القارنات يمكن استخدام الجرارات المختلفة فى أعمال الزراعة والحصاد على مدار السنة . ومن الحقائق المعروفة أن توصيل المعدات الزراعية الثقيلة فى أوضاع التشغيل المختلفة بالجرار يتسبب فى زحزحة مركز الثقل به . فإذا لم تكن هذه المعدات موصلة بشكل جيد، فقد يؤدى ذلك إلى حالة يكون فيها التصاق (قفش) العجلتين الأماميتين للجرار بالأرض ، غير كاف ، ومن ثم يصبح التشغيل والتوجيه الآمنين للجرار أمرا مستحيلا .

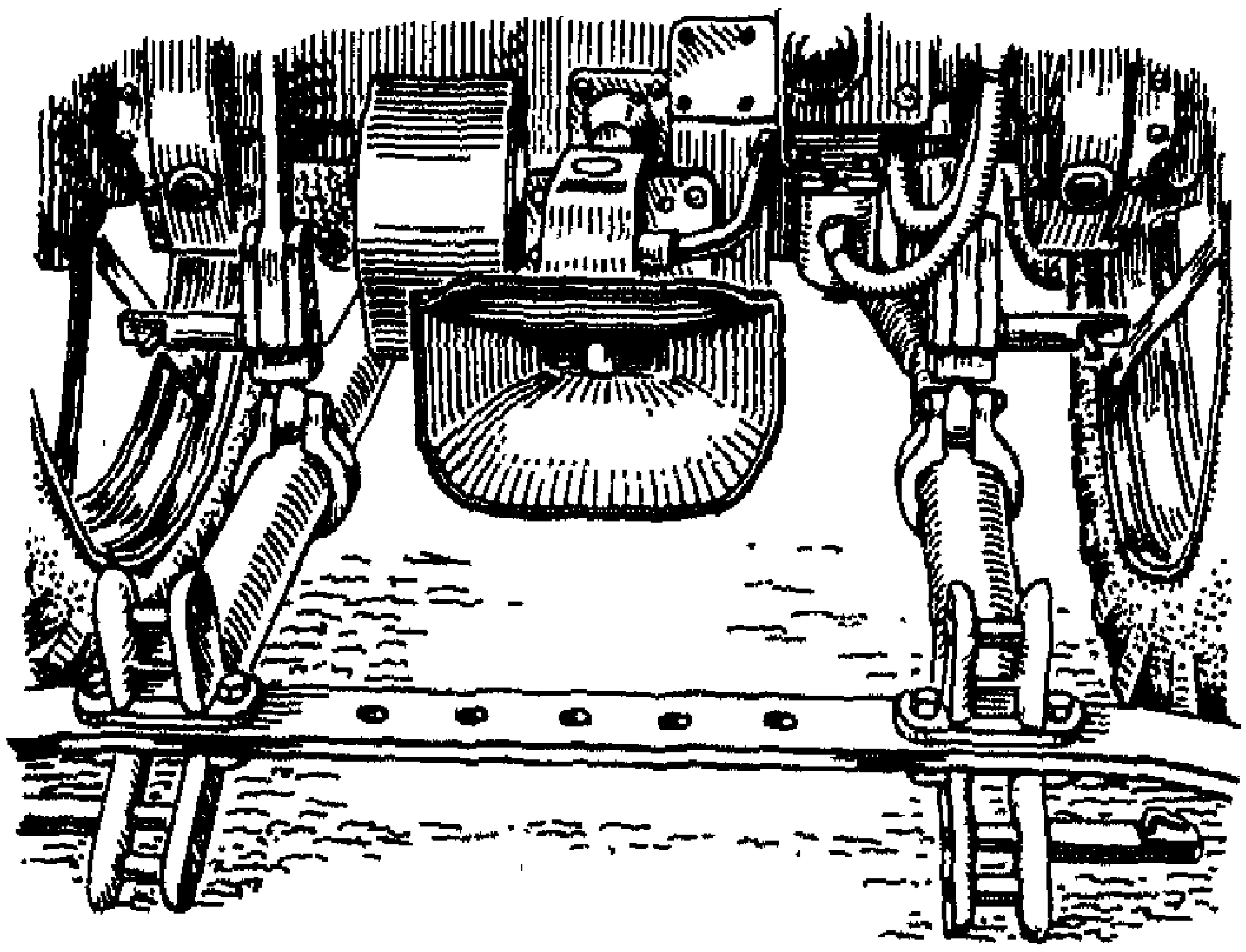
وقد كانت أعمال التشغيل المختلفة – كما هى الحال فى عمليات الحرث – وكذلك إجراءات التحويل من أوضاع التشغيل إلى أوضاع النقل الأصلية بالجرارات ، تتطلبان تشغيل عاملين على الجرار . فبينما يختص سائق الجرار أساسا بتشغيل جراره ، يتولى العامل الثانى تشغيل المعدات الموصلة به .

وبإدخال نظام العمل باستخدام عامل واحد فقط أمكن إحراز تقدم واسع الخطى فى التشغيل مع تحقيق الاقتصاد المناسب . وقد تطلب هذا النظام تطوير الوسائل التى تمكن من الاستخدام الصحيح لكل من الجرار والمعدات الموصلة به .

وقد تطلب ذلك أيضا تزويد الجرار بوسائل أخرى تمكن من حمل بعض المعدات لتركيبها به ، أو إنزالها منه ، بوساطة شخص واحد . والمعدات الضخمة الوزن ، المراد حملها لتركيبها ، يمكن رفعها إلى الجرار باليد ، أما المعدات الضخمة الثقيلة فتتطلب مرفاعا ميكانيكيا يعمل عادة بطريقة هيدروليكية ، ويمكن تشغيله والتحكم فيه من موضع السائق بالجرار .



شكل (٢٩٩) : قارنة بسيطة .



شكل (٣٠٠) : قارنة أوتوماتية

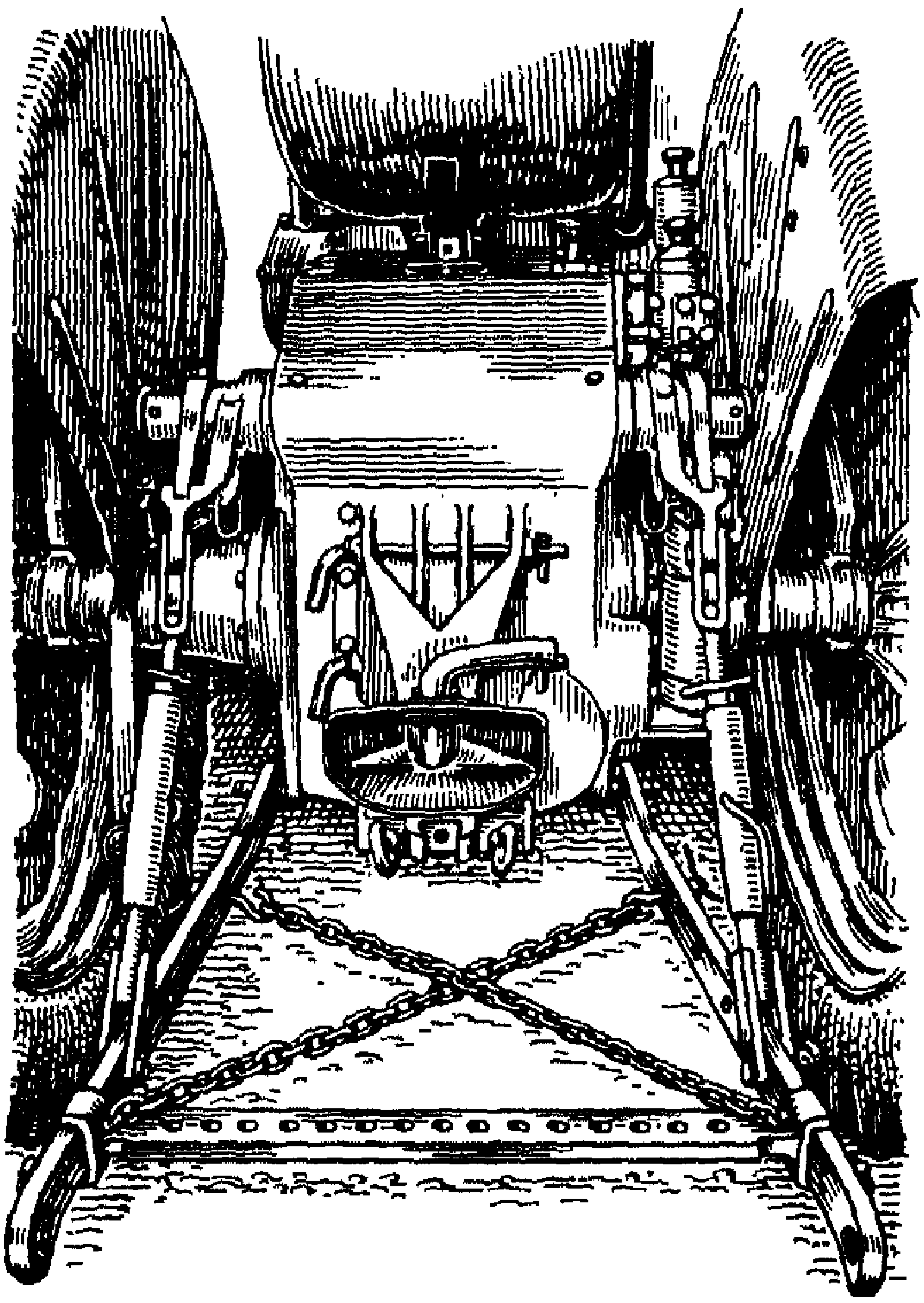
٢ – قارنات المقطورات :

(أ) المقارنة البسيطة :

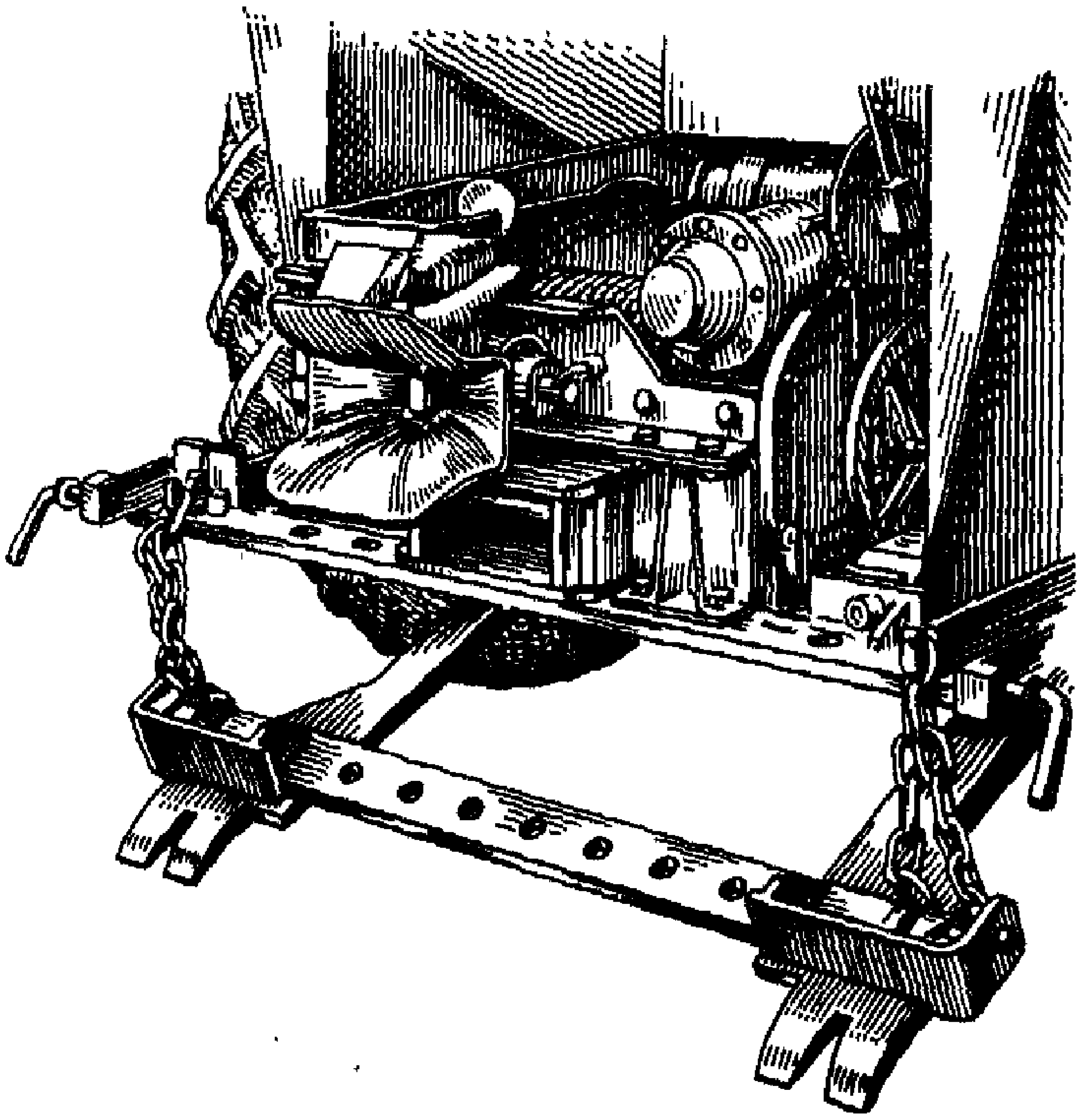
يوضح الشكل ٢٩٩ رسما لقارنة بسيطة . ومنه يتبين أن عمود القطر يمكن الاحتفاظ به فى موضعه بوساطة مسمار (بنز) يثبت بخطاف سلكى ، فلا ينزلق من مكانه . وفى أثناء قيادة الجرار تتعرض القارنة باستمرار لقوى دفعية من المقطورة . لذلك يوصى بجعل هذه القارنة مرنة . فإذا ركبت بالقارنات وسائد مطاطية ذوات تخانات كافية . أو يايات انضغاطية ، فإنها تقوم عادة بامتصاص الصدمات . وهذه القارنات البسيطة تمكن عمود القطر من التأرجح جانبيا فى حدود ٩٠° غالبا،وحوالى ٢٠° إلى أعلى وأسفل . وتظهر أهمية ذلك بصفة خاصة عند نقل المحاصيل الزراعية من الحقول .

(ب) القارنة الأوتوماتية :

تركب القارنة الأوتوماتية فى الجرارات التى تستخدم أساسا فى عمليات النقل على الطرق . وتزود هذه القارنات بيايات تصمد للصدمات ، وتكفل أقصى درجة من الأمان عند تعشيق القارنات أو فصل تعشيقها (الشكل ٣٠٠) .



شكل (٣٠١) : قضيب توصيل به وسيلة رفع ميكانيكية وسلسلتـان للتكتيف متقاطعتان قطرياً .



شكل (٣٠٢) : قضيب توصيل به قطع تثبيت .

وفكا المسك العريضان بالقارنة يكفلان التعشيق الآمن بعروة (خية) عمود القطر . كما أنهما يمكنان العمود من التحرك جانبيا فى حدود ٧٠° .

(ج) قضبان التوصيل :

تستخدم قضبان التوصيل فى مجال الزراعة وأعمال الغابات أساسا لتوصيل المعدات المقطورة بالجرارات . ولهذه القضبان عيوب كثيرة تحد من استخدامها ، وخاصة فى وجود حالات جر شديدة .

ومن عيوبها الرئيسية أنها تقلل الحمل على العجلتين الأماميتين للجرار ، فيؤثر ذلك تأثيرا سيئا على خصائص قيادته والمناورة به . وعلاوة على ذلك فعند التحرك بالجرار فى مسار منحن يقاوم الجر فى قضيب التوصيل مجهود التوجيه المبذول .

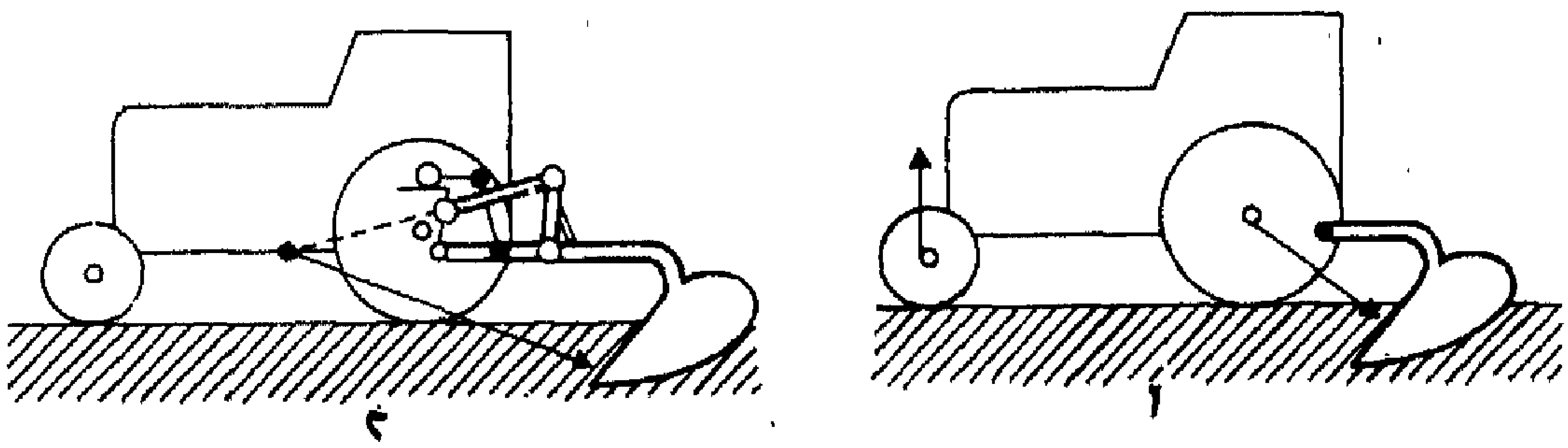
ويبين الشكل ٣٠١ قضيب توصيل به وسيلة رفع هيدروليكية ويمكن منع الحركة الجانبية لقضبان التوصيل باستخدام سلاسل تكتيف . ولمنع الجرار مع الارتداد إلى الخلف لا إراديا ، ولتحسين اتزانه عند تشغيل الونش ، تزود قضبان التوصيل بقطع تثبيت تضغط على الأرض — عند فردها — أو تنغرس فيها (الشكل ٣٠٢) .

٣ — التوصيل بالمعدات — القارنات :

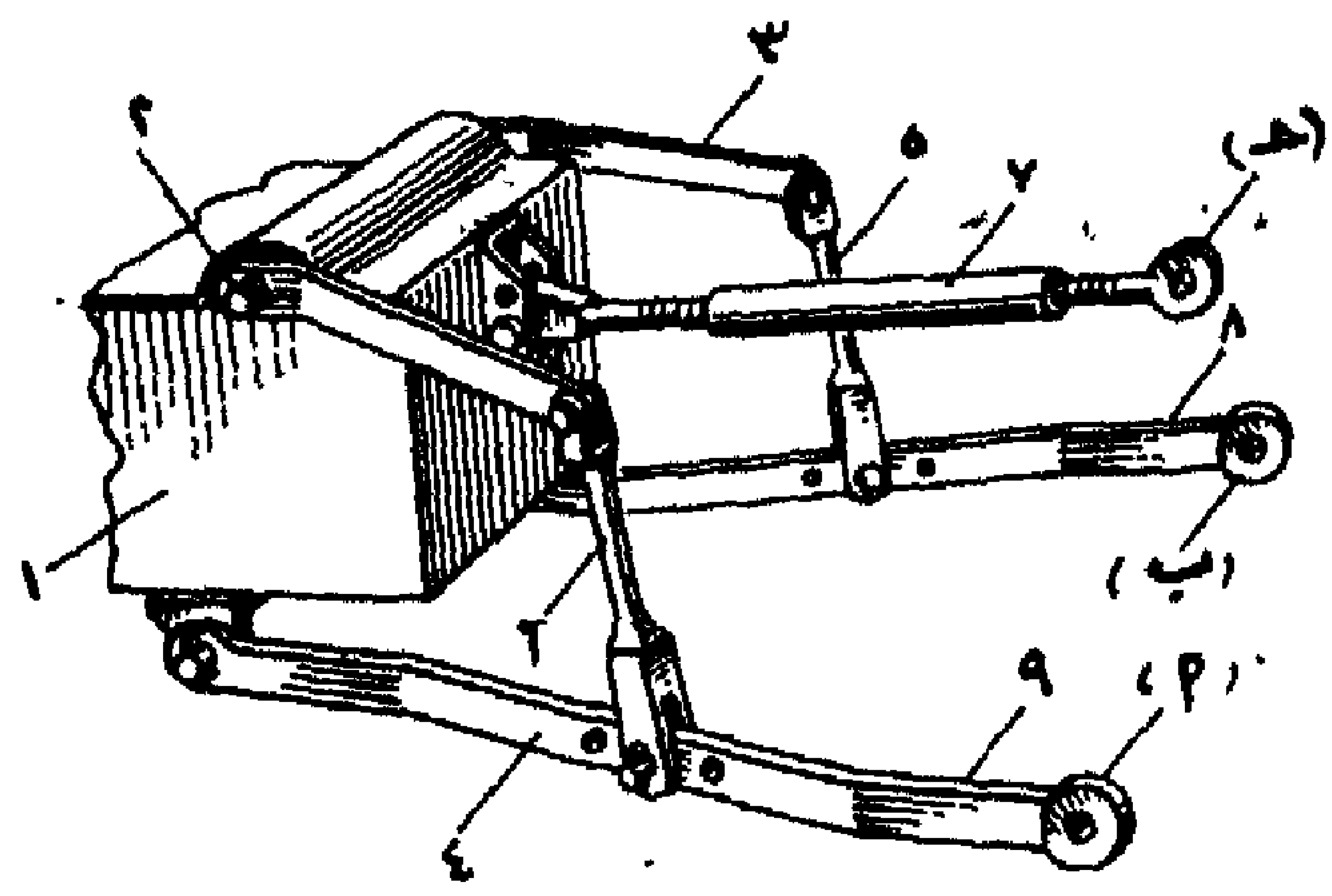
(أ) التعليق من ثلاثة مواضع :

تسلط المعدات الزراعية الثقيلة ، الموصلة بقضيب التوصيل ، حملا ملحوظا على المحور الخلفى للجرار ، فيتزحزح مركز الثقل به نتيجة لذلك .

ولهذا السبب يتحتم استخدام وسيلة توصيل تكفل جعل مركز الثقل قريبا من منتصف الجرار ويمكن تحقيق هذا باستخدام وسيلة للتعليق من ثلاثة مواضع ، ويسهل حلها وتركيبها بأى جرار حديث بطريقة مريحة . ويبين الشكل ٣٠٣ رسما تخطيطيا لمركزى الثقل بالجرار فى حالتى الحرث باستخدام وصلة جر بسيطة ، ووسيلة تعليق من ثلاثة مواضع .

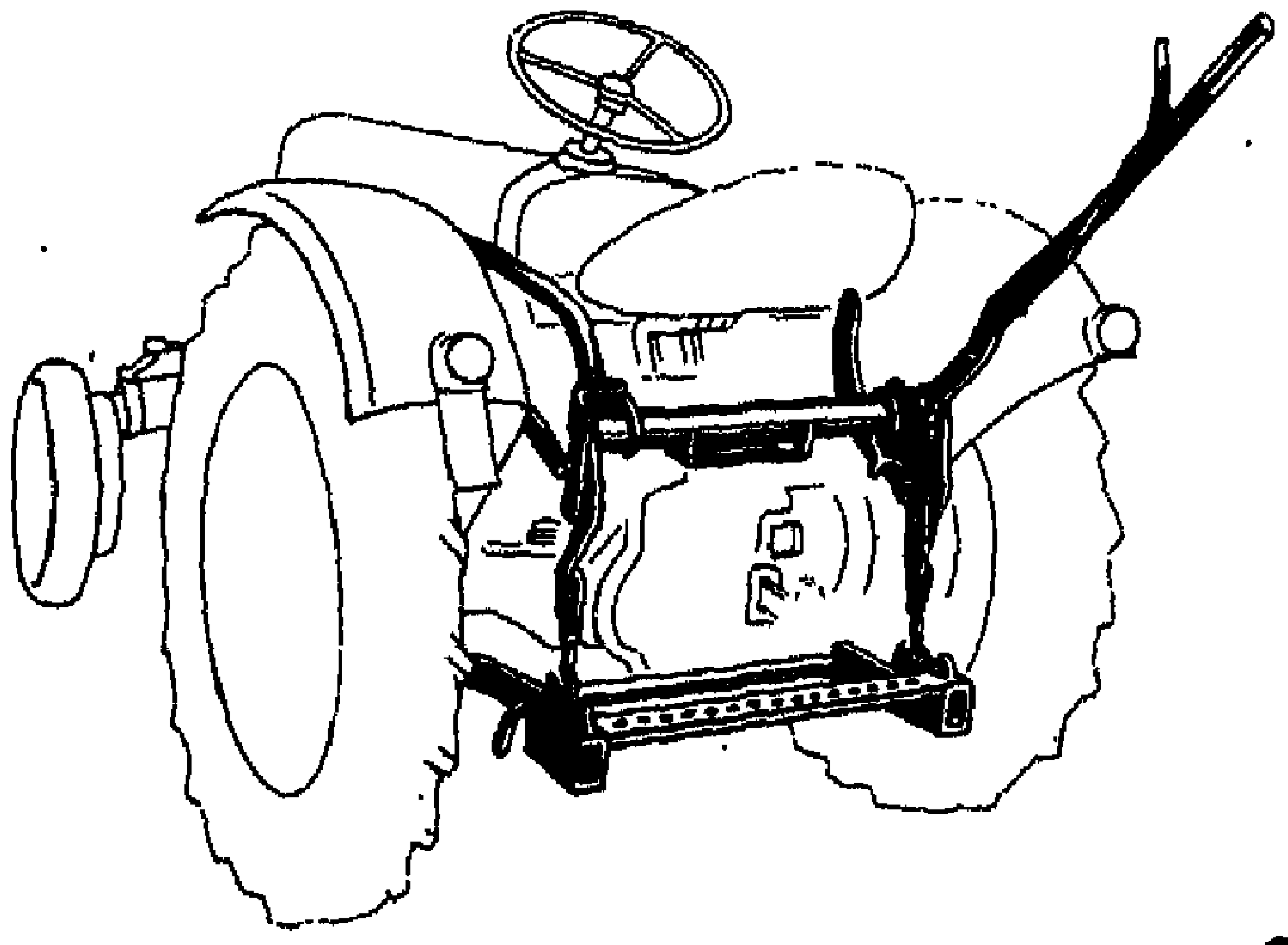


شكل (٣٠٣) : زحزحة مركز الثقل بالجرار .
١ — بدون وسيلة تعليق من ثلاثة مواضع ٢ — بوسيلة تعليق من ثلاثة مواضع



١ – مجموعة الإمداد بالحركة
٢ – عمود الرفع
٣ – ذراع الرفع اليمنى
٤ – ذراع الرفع اليسرى
٥ – قضيب الرفع الأيمن
٦ – قضيب الرفع الأيسر
٧ – ذراع التحكم العليا
٨ – ذراع التحكم السفلى اليمنى
٩ – ذراع التحكم السفلى اليسرى
(أ ، ب ، جـ) قارنات للمعدات

شكل (٣٠٤) : رسم تخطيطى لوسيلة التعليق من ثلاثة مواضع .



شكل (٣٠٥) : إطار مترجح مزود بوسيلة تحكم يدوية .

ووسيلة التعليق من ثلاثة مواضع تتكون أساسا من ثلاث أذرع للتحكم ، إحداها علوية واثنتين سفليتين . وتتصل الذراعان السفليتان بذراعى الرفع بوساطة قضيبي رفع . وتشغل ذراعا الرفع بوساطة عمود رفع يستمد حركته من ترس . وتستخدم القارنات الثلاث المبينة فى الشكل ٣٠٤ لتوصيل المعدات المقطورة . وقد ثبت نجاح استخدام وسيلة تعليق من ثلاثة مواضع فى الجرارات الحديثة ، كما يزداد استخدامها تفضيلا نظرا لبساطة تشغيلها والانخفاض النسبي فى تكاليفها علاوة على مساهمتها إلى حد كبير فى زيادة الكفاية الإنتاجية .

(ب) التعليق من أربعة مواضع :

وسيلة التعليق من أربعة مواضع تعرف كذلك باسم الإطار أو القضيب المترجح ، ولها تصميمات متنوعة وعديدة . وبها توصل المعدات عن طريق القضيب الأمامى وأذرع التحكم ، أو خطاطيف التوصيل . ويبين الشكل ٣٠٥ إطارا مترجحا مزودا بوسيلة تحكم يدوية .

٤ – الرافع الميكانيكي الخاص :

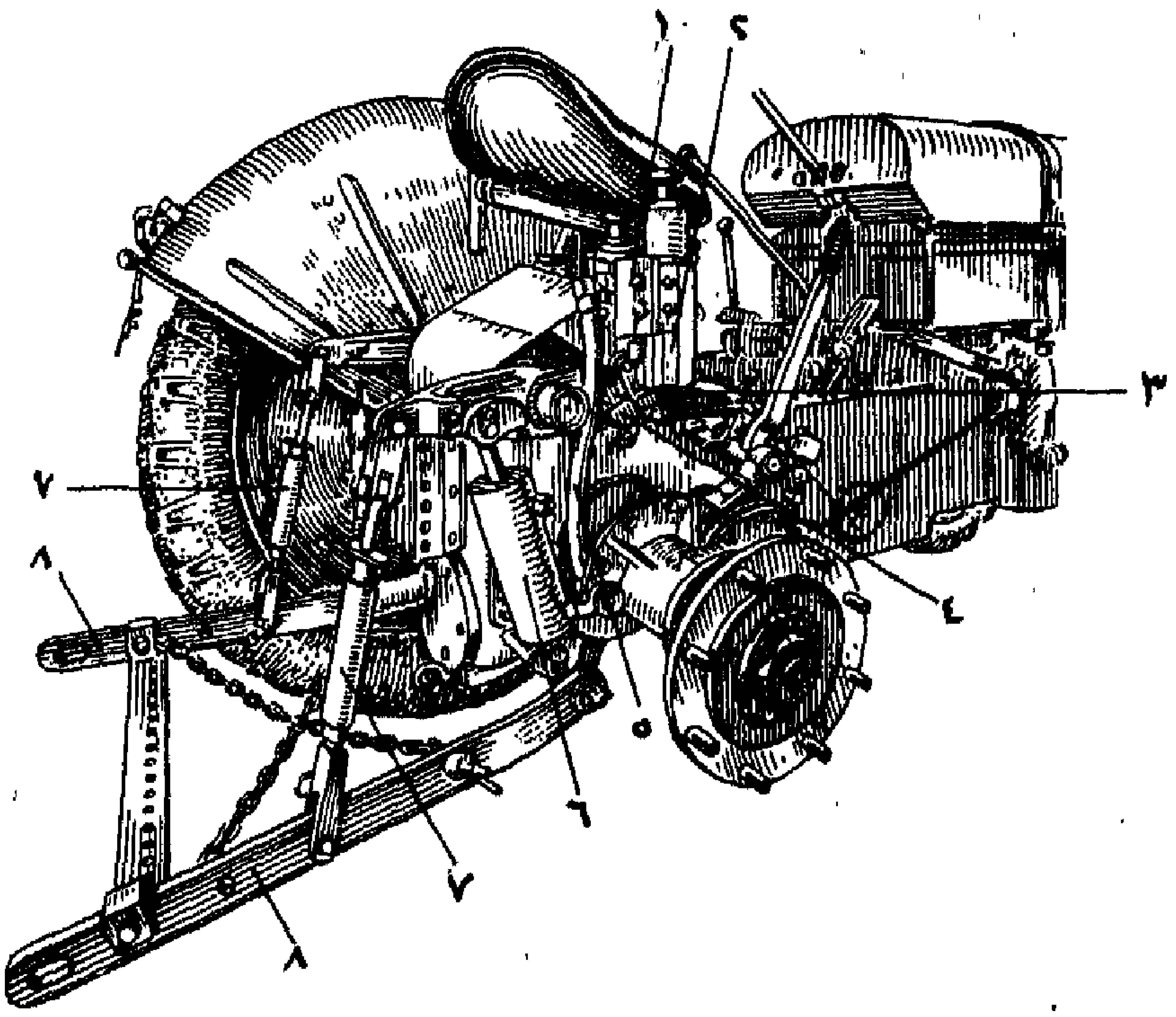
(أ) عـــام :

إذا لم يكن الجرار مزودا برافع ميكانيكي فحينئذ يصبح وجود عامل تشغيل مع الجرار أمرا حتميا لرفع المعدات الموصلة أو خفضها ، فى كل من أوضاع النقل أو التشغيل ، وتغيير أعماق التشغيل – كما هى الحال غالبا فى مجال الزراعة . وللاستفادة الكاملة من الجرار بتكاليف معقولة فقد صمم الرافع الميكانيكي، بحيث يمكن لسائق الجرار تشغيله دون أن يعوقه ذلك عن قيادة الجرار نفسه .

ويمكن تشغيل الروافع إما ميكانيكيا أو هيدروليكيا أو بالهواء المضغوط . والروافع الميكانيكية ، أو التى تعمل بالهواء المضغوط ، محدودة الاستخدام ، فى حين يشيع استخدام الروافع الهيدروليكية (التى تعمل بالزيت) .

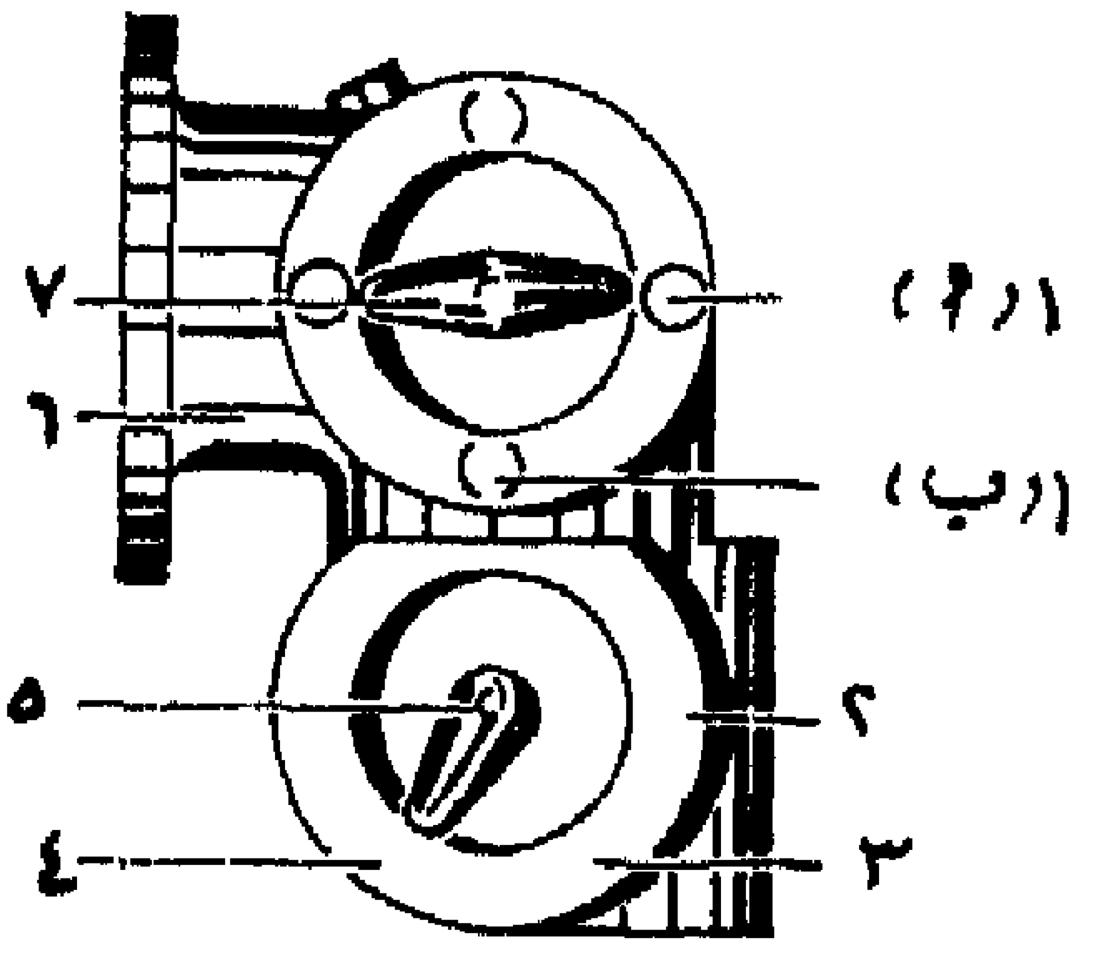
(ب) الرافع الهيدروليكي :

الفكرة الأساسية فى عمل هذا الرافع هى نفسها الفكرة فى عمل الفرملة الهيدروليكية (انظر : الفرامل) . ويتكون الرافع من المكونات الرئيسية التالية (الشكل ٣٠٦) :



شكل (٣٠٦) : رافع هيدروليكي .

١ – صمام انتقاء منزلق
٢ – عناصر التحكم
٣ – مضخة هيدروليكية
٤ – وسيلة تثبيت (سقاطة)
٥ – خرطوم مرن قابل للانثناء
٦ – أسطوانة التشغيل
٧ – قضيب الرفع
٨ – ذراع التحكم السفلى



شكل (٣٠٧) : صمام انتقاء منزلق .
١ أ — وضع الرفع والضغط
١ب — وضع الطفو والخفض
٢ — أسطوانة التشغيل الثانية
٣ — أسطوانة التشغيل الأولى
٤ — وضع تشغيل الرافع الميكانيكي
٥ — مفتاح الانتقاء
٦ — وسيلة تحكم بصمام أمان
٧ — مفتاح للتحكم

— مضخة هيدروليكية .
— عناصر تحكم .
— اسطوانتا تشغيل وخزان للزيت .
— خرطوم مرن قابل للانثناء .

وتركب المضخة الهيدروليكية عادة فى مبيت صندوق تروس تغيير سرعات الجرار ، وتستمد حركتها من عمود المحرك مباشرة عن طريق قابض متعدد الأقراص .

ولتشغيل الرافع الهيدروليكى يحرك صمام الانتقاء المنزلق أولا إلى الوضع المطلوب ويمكن عادة انتقاء الأوضاع التالية (الشكل ٣٠٧) :

الرافع — اسطوانة التشغيل الأولى — اسطوانة التشغيل الثانية .

وعند تشغيل ذراع التحكم يسلط ضغط الزيت ، الناشىء فى المضخة الهيدروليكية ، على الحمل المنتقى ، أى على إحدى اسطوانتى التشغيل أو الرافع . وبتثبيت ضغط الزيت يمكن الاحتفاظ بالرافع والمعدة الموصلة به فى أى وضع محدد . وبتدوير يد التحكم يمكن خفض المعدة ببطء شديد . ومن ثم فإن الرافع الهيدروليكى يمكن من رفع المعدة الموصلة أو خفضها ، بشكل يعول عليه ، عن طريق ضغط الزيت دون أن يبذل سائق الجرار مجهودا جسمانيا يذكر . ويجب السماح للمعدة بالتحرك إلى أعلى وأسفل فى أثناء التشغيل لحمايتها من التلف . وتظهر أهمية ذلك بصفة خاصة عندما تصطدم المعدة بأحجار فى التربة .

وعند رفع المعدة استعدادا لنقلها (الوضع العلوى) يجب تشغيل وسيلة التثبيت (السقاطة) للمحافظة على الرافع الهيدروليكى ، وبذلك لا يتعرض لانفعالات زائدة .

(ج) ملاحظات تتعلق بالصيانة والإصلاح :

١ — يجب عدم تحميل الرافع الهيدروليكى وهو فى حالة باردة . فقبل تشغيل الرافع يجب إدارة الجهاز قليلا بسرعة التباطؤ لتسخينه . وبهذه الكيفية يمكن تسخين الزيت الموجود فى الرافع بالقدر اللازم .

٢ – يجب مراجعة مستوى الزيت فى الخزان فى فترات منتظمة للتأكد من وجود زيت كاف بالدورة .

٣ – لا يحتاج الرافع الهيدروليكى عادة إلى تزييت . وينبغى تنظيف مرشح الزيت يوميا (بتدوير اليد ٣٦٠°) .

٤ – عند استخدام معدات إضافية مزودة باسطوانات تشغيل خاصة بها ، فحينئذ يجب إضافة الكية اللازمة من الزيت .

٥ – يجب تغيير الزيت فى فترات منتظمة . وعندئذ ينبغى تنظيف المرشح المغنطيسى الذى تزود به الدورة عادة .

٦ – إذا تسرب الزيت من المضخة الهيدروليكية إلى مبيت الجرار فيجب استبدال موانع تسرب زيت أو حلقات حشو جديدة بالتالفة .

٧ – إذا تسرب الزيت من صمام الانتقاء المنزلق فيجب تنظيف مرشح الزيت .

٨ – يرجع ضعف مقدرة الرافع الهيدروليكى إلى أسباب عديدة . ويبين الجدول التالى بعض الملاحظات فى هذا الشأن .

الأسباب الشائعة لضعف مقدرة الرافع الهيدروليكى	العلاج
ضعف ياى الانضغاط بصمام الأمان .	يعاد توظيب السدادات المقلوظة ، أو تولج بعض الرقائق أو يستبدل الياى .
حدوث تآكل فى المضخة وغرف الإمداد والحامل .	تستبدل بالمضخة المعيبة مضخة جديدة ، أو يجرى إصلاحها بمعرفة الجهة المنتجة لها .
وجود تسرب إما عن طريق موانع التسرب التى على شكل الحرفين « V,U » والموجودة فى اسطوانتى التشغيل ، أو نتيجة لظهور حزوز فى جدارى الأسطوانات	تستبدل موانع التسرب ، أو يعاد صقل الاسطوانة المعيبة أو استبدال أخرى جديدة بها .
وجود فوت (لعب) شديد بين كباس التحكم وبين جسم وسيلة التحكم .	يعاد تجويف (خراطة) الفتحة ويوظب فيها كباس تحكم جديد ويحضنان معا ، ثم يعاد صقل الفتحة .
ظهور فوت (لعب) شديد فى صمام الانتقاء المنزلق (من النادر حدوث هذا العيب)	يوظب صمام جديد ثم يجلخ بالتحضين .

٥ – الأوناش والملحقات الخاصة :

(أ) الونش الحبلى :

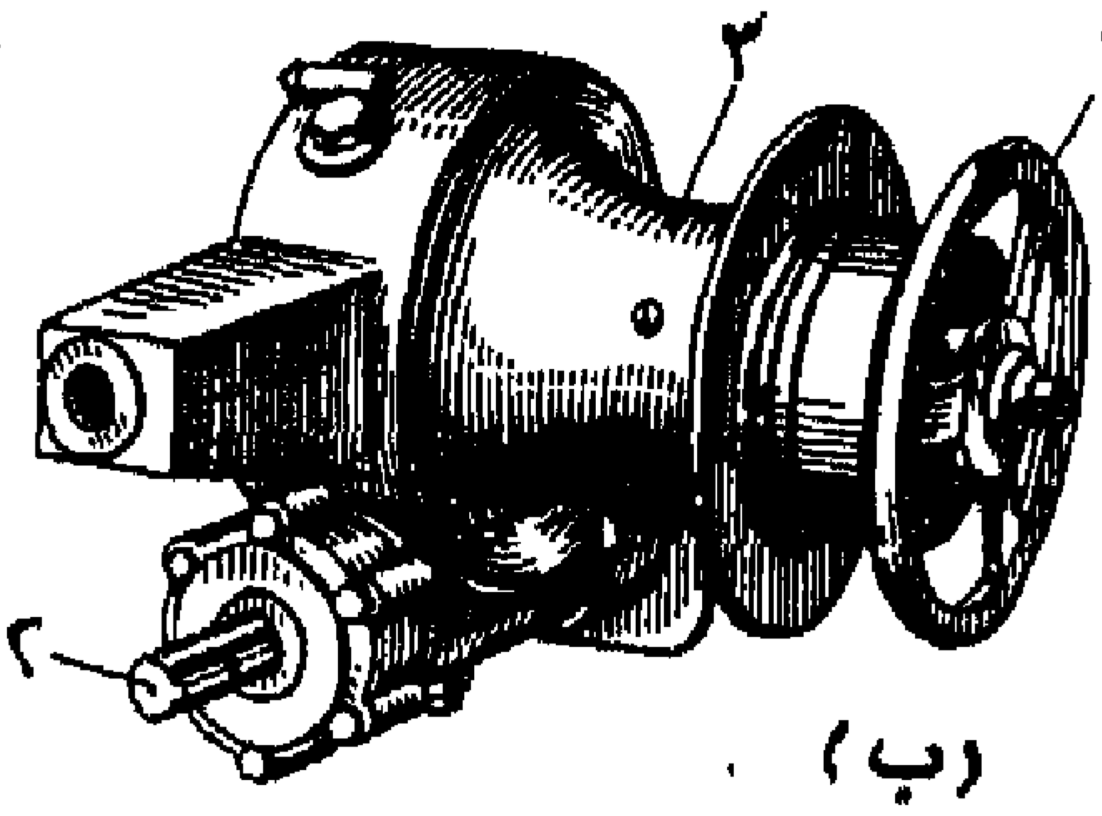
عند تشغيل الجرارات فى أراض غير عادية ، مثل أراضى الغابات والجبال ، تصبح للونش الحبلى أهمية كبيرة لأداء الأشغال الثقيلة . والأحمال الكبيرة (الثقيلة) التى لا يمكن تحريكها نتيجة عدم توافر الالتصاق (القفش) الكافى للجرار بالأرض ، لا يمكن كذلك تحريكها بهذا الونش . وفى هذه الحالة يجب منع الجرار من التزحلق بوساطة قطع تثبيت أو بوساطة خطاف (هلب)مناسب.وقد ثبت كذلك نفع الونش عند تحميل المقطورات بجذوع الأشجار. ويوضح الشكل ٣٠٨ ونشا حبليا موصلا بالجرار ، ويستمد حركته من المحرك عن طريق عمود تشغيل خارجى وقابض متعدد الأقراص . ويشغل القابض عادة بوساطة عجلة يدوية بحيث يمكن اعتراض مجموعات نقل الحركة بسهولة . وينبغى التأكد من لف الحبل بانتظام حول دارته (طنبوره) .

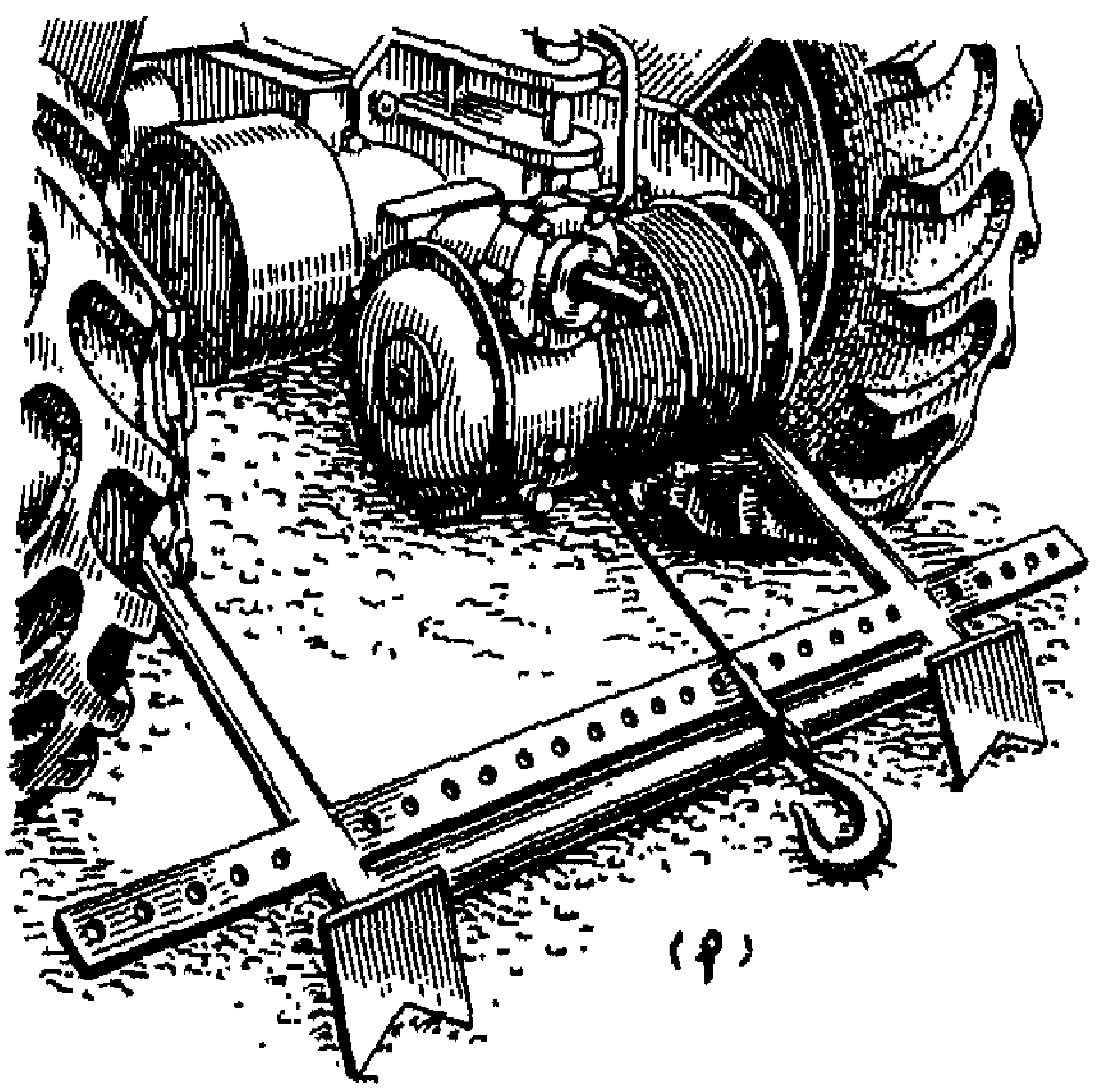
وعند دحرجة حمل مثبت بالحبل ، يمكن التقليل من سرعة الدحرجة بوساطة فرملة يدوية مركبة بالونش .

ولزيادة قوة الجر يمرر الحبل فى مجموعة بكرات . وعلاوة على ذلك يوصى باستخدام بكرات للحبل لتفادى زوايا الجر غير المناسبة .

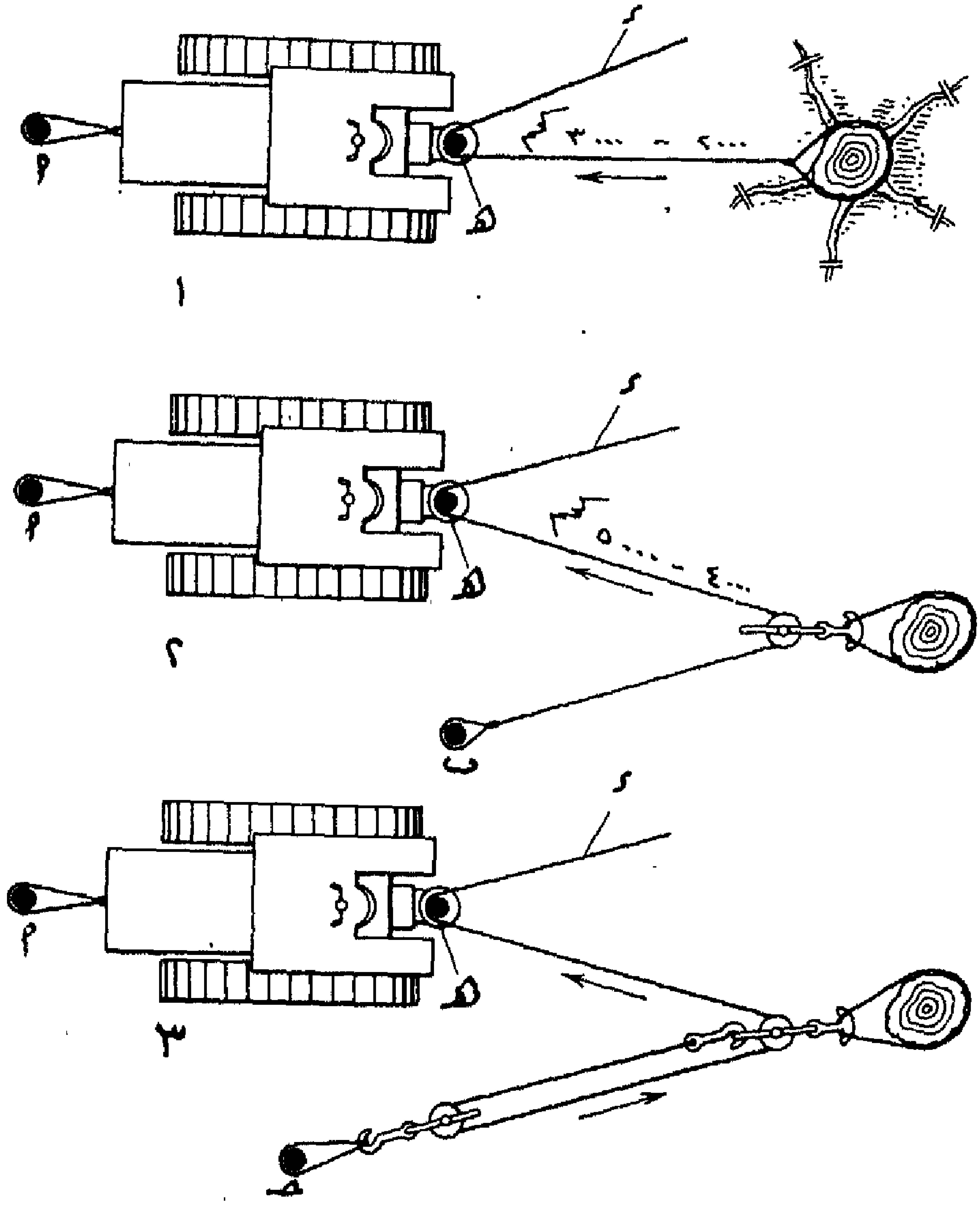
(ب) الونش الرحوى :

يركب الونش الرحوى بالجرار حسب الطلب . ويوضح الشكل ٣٠٩ كيفية جر قطع الأشجار بوساطة الونش الرحوى .





شكل (٣٠٨) : ونش حبلى .
(ا) ونش حبلى مركب فى الجرار
(ب) ونش حبلى قبل تركيبه بالجرار
١ – عجلة يدوية
٢ – عمود يوصل بعمود التشغيل الخارجى
٣ – دارة (طنبورة) الحبل



شكل (٣٠٩) : بعض الأعمال التى تؤدى بالونش الجبلى .

١ – الجر البسيط

٢ – الجر مع استخدام بكرة واحدة

٣ – الجر مع استخدام بكرتين

(ا) نقطة تثبيت الجرار (بخطاف)

(ب) نقطة التثبيت عند استخدام بكرة واحدة

(ج) الجر عند استخدام بكرتين

(د) الطرف الحر من الحبل المحتم جره للحصول على فعل الجر فى الطرف الآخر .

(ه) يجب ألا تزيد عدد لفات الحبل الملفوفة على دارة الونش الرحوى على $4\frac{1}{2}$ – $6\frac{1}{2}$ لفة .

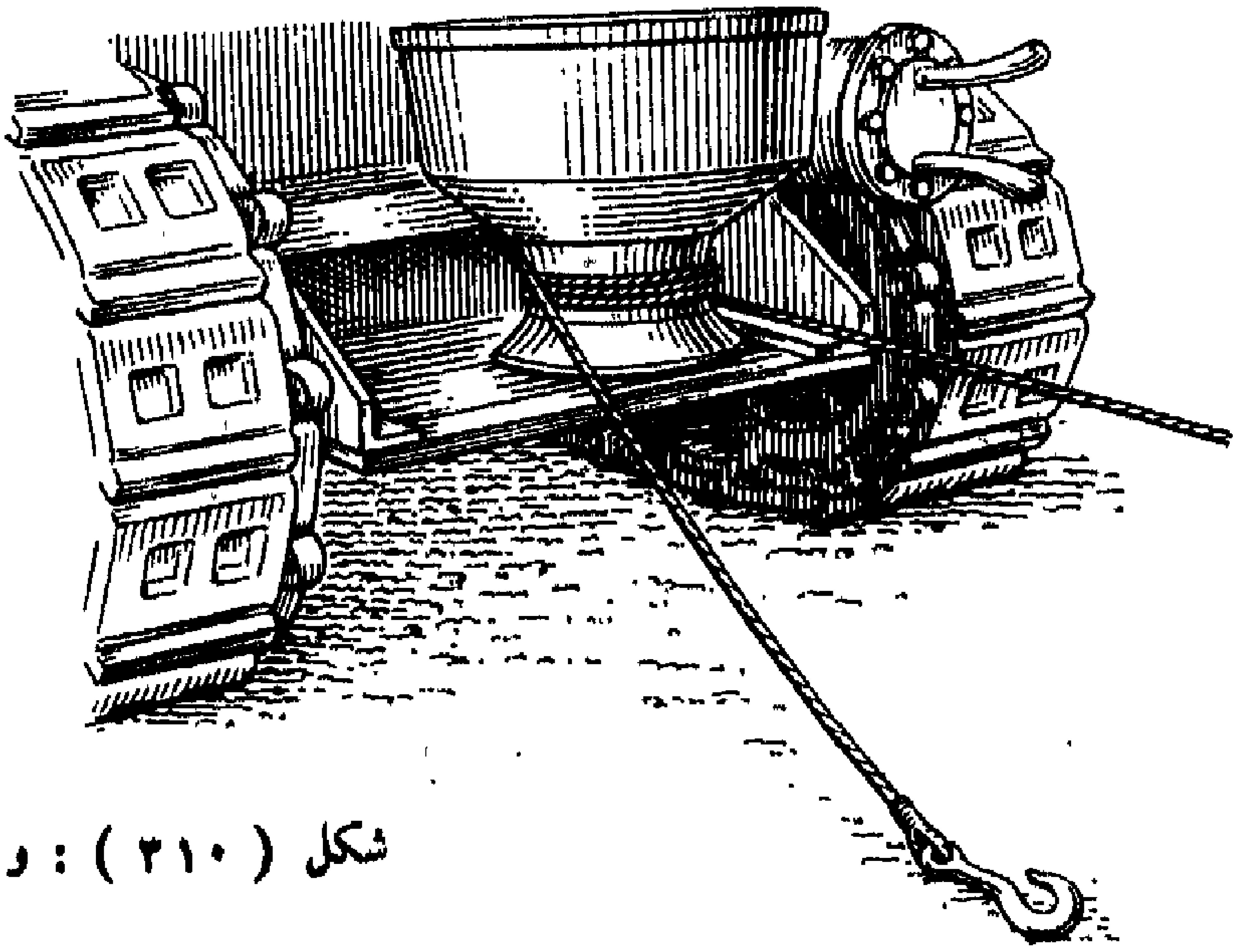
ويمكن زيادة القدرة على الجر باستخدام بكرة واحدة أو عدة بكرات .

وينبغى أن يلف الحبل حول الدارة فى اتجاه دوران الدارة عند النظر إليها من ناحية الحمل المطلوب جره (الشكل ٣١٠) . وينبغى تخصيص عامل لمسك الطرف الحر من الحبل ، مع التأكد من استخدامه لزوج من القفازات الواقية . وعندما يجذب العامل هذا الطرف تقفش الدارة الحبل فيحدث الفعل المطلوب . و إذا سمح للحبل بالترخيم (الارتخاء) فحينئذ تنقطع الحركة عن مجموعة الونش والحبل . ويجب التأكد من أن عدد لفات الحبل الملفوفة حول الدارة لا تزيد على ٤ $\frac{1}{2}$ — ٦ $\frac{1}{2}$ لفة ، فأى لفة أخرى زائدة تقاوم قوة الجر ، مما يؤدى إلى حدوث تلفيات جسيمة فى الونش الرحوى .

وتملأ علبة الونش الرحوى بزيت التروس ، ويجب مراجعة مستوى الزيت فيها يوميا . وعند أداء عمليات باستخدام الأوناش الحبلية يجب ألا يؤديها إلا عمال ذوى خبرة ، إذ أن الاهمال فى هذه العمليات أو الجهل بها قد تنجم عنهما حوادث خطيرة . وكقاعدة عامة ، يجب أن تتوافق درجة اتزان تثبيت الجرار مع العمل المطلوب تأديته .

(ج) مجموعات الادارة بالبكرات :

تثبت مجموعات الادارة بالبكرات بالأنواع العديدة من الجرارات . ويمكن الحصول على هذه المجموعات منفصلة كملحقات . وتستمد المجموعة منها حركتها من صندوق تروس تغيير سرعات الجرار . وهى تصمم بحيث يمكنها نقل قدرة المحرك بأكملها . وتتراوح سرعتها بين ١٠٠٠ لفة / دقيقة ، و ١٥٠٠ لفة / دقيقة .

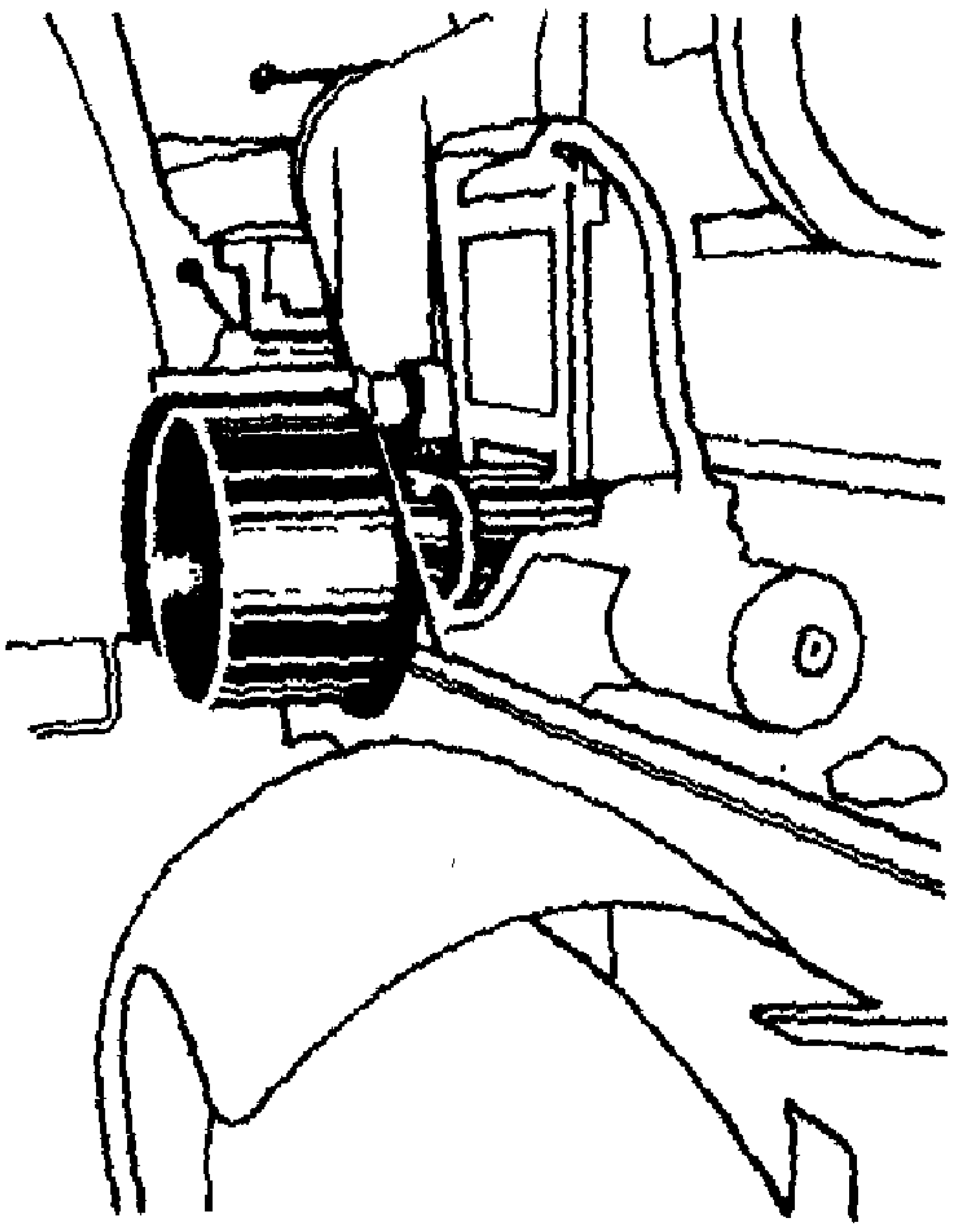


شكل (٣١٠) : ونش رحوى موصل بجرار

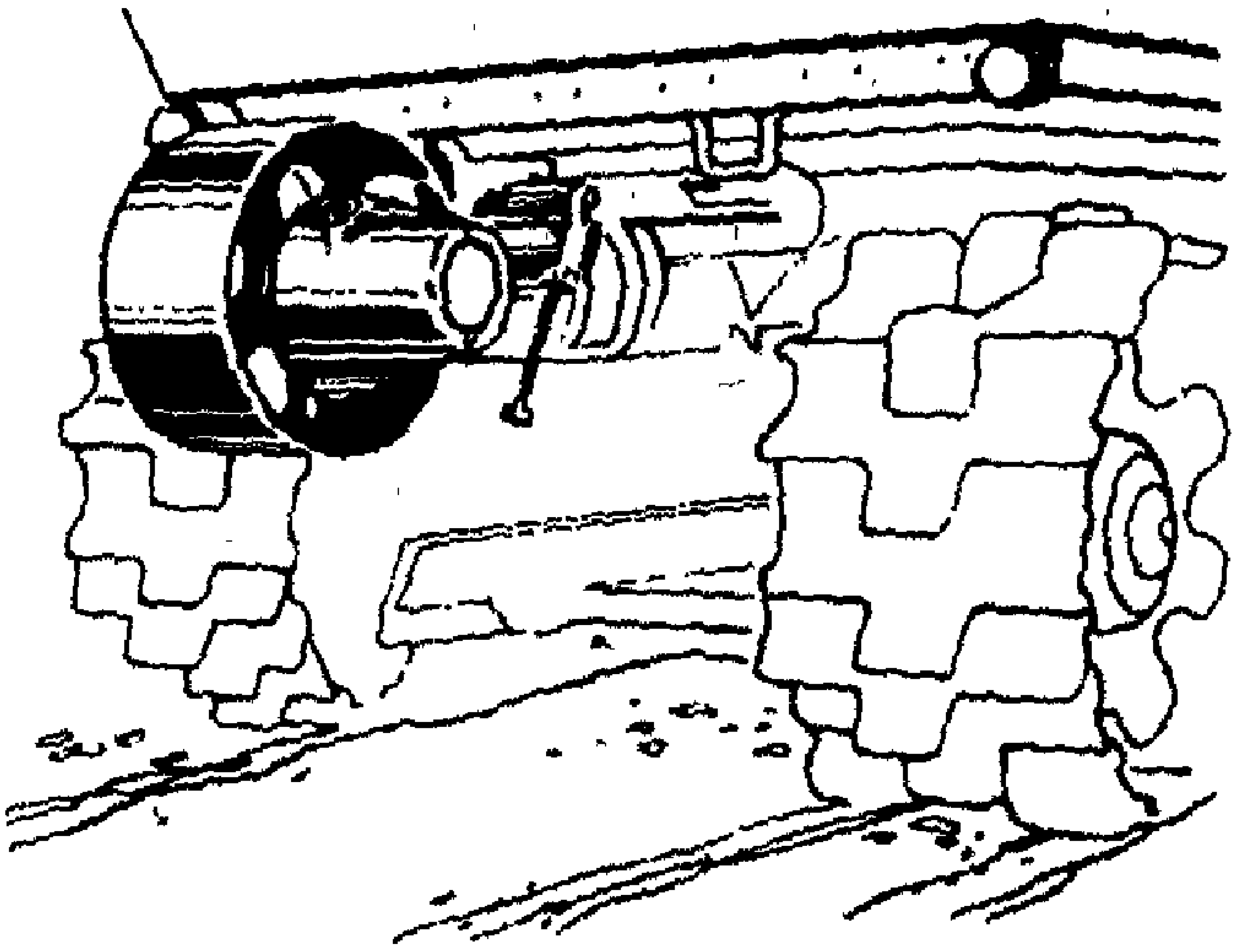
ويوضح الشكل ٣١١ تصميمين لمجموعة منها . وترتب ذراع تشغيل المجموعة عادة بالقرب من مقعد السائق . وقبل تشغيل المجموعة ينبغى التأكد من ورود الزيت بشكل صحيح إليها . وعند تشغيلها يجب اتخاذ الإجراءات اللازمة للوقاية من الحوادث .

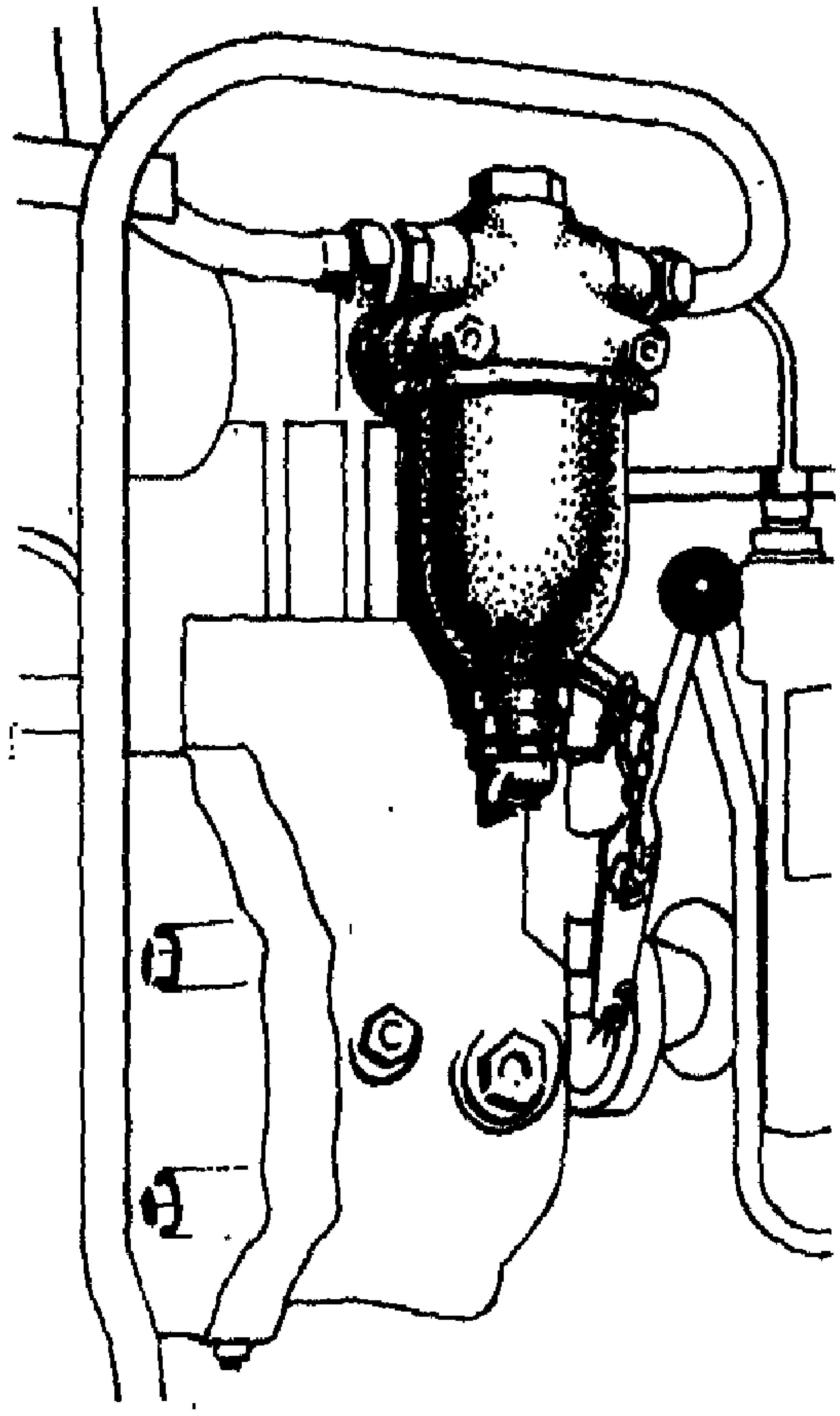
(د) مضخات نفخ الإطارات :

تزود الجرارات الحديثة بمضخات لنفخ الإطارات تستمد حركتها من عمود التشغيل الأمامى (فى حالة المضخات المنفصلة) ، أو قد تركب بالمحركات مباشرة عن طريق شفاه (فلانشات) .



شكل (٣١١) : تصميان لمجموعة من مجموعات الإدارة بالبكرات .





شكل (٣١٢) : مضخة نفخ الإطارات

ومما سبق ذكره (الفصل السادس – بند الاطارات) يجب أن يتغير ضغط نفخ الإطار وفقا لظروف التربة التى يعمل عليها . ويمكن المحافظة على الضغط المقرر فى الإطار باستخدام مضخة نفخ دون أن يبذل السائق مجهودا جسمانيا يذكر .

ويوضح الشكل ٣١٢ تصميما لإحدى هذه المضخات .

الفصل الثامن

الاستخدام الاقتصادى للجرارات

فى السنوات القليلة الماضية ابتكرت مكنات عالية الكفاءة للعمل فى مجال الزراعة بصفة خاصة . وقد ساهمت هذه المكنات فى الزيادة المستمرة للانتاجية ووفرة المحاصيل . والجرار الذى يستخدم وسيلة للجر ومحركا أساسيا للمكنات الزراعية ، أو حاملا للمعدات ، له أهمية خاصة فى عملية الميكنة الزراعية . وكلما زادت مجالات استخدام الجرارات زاد التعقيد فى تشغيلها وصيانتها . وهناك حالات معينة تتوقف فيها كية المحصول الفعلية – كلية أو إلى حد بعيد – على الخبرة فى استخدام الجرارات . لذلك يعتبر تشغيل الجرار حرفة . ويسمى من يقوم بتشغيله باسم عامل الجرار أو سائق الجرار . ويتناول هذا التدريب التوجيهات والتعليمات الخاصة بالقيادة والصيانة والتشغيل ، فضلا عن دروس فى أنسب الطرق الرياضية لحساب أفضل استخدام للجرار فى الظروف المختلفة .

وفيما يلى شرح لبعض المبادئ الفيزيقية والفنية الأساسية الهامة التى يجب أخذها فى الاعتبار عند تشغيل الجرارات .

الشغل :

الشغل (ش) فى الميكانيكا هو حاصل ضرب القوة (ق) فى المسافة (ف) ، ويعبر عنه بوحدات القوة مضروبة فى وحدات المسافة ، مثل :

كيلوجرام متر (كجم . م) .

أى أن : ش = ق × ف (كجم . م) .

وعند تشغيل جرار ينبغى أخذ العاملين التاليين فى الاعتبار :

١ – ينبغى ألا يؤدى الشغل المطلوب من الجرار بذله إلى زيادة الإجهادات به ، فقد يؤدى ذلك إلى زيادة معدل التآكل والاستهلاك الشديد فى الوقود ، وبالتالى تزداد تكاليف الإصلاح بشكل لا يمكن تفاديه .

٢ – يجب ألا يتعرض الجرار إلى إجهادات أو أحمال أقل من المعدل ، لأن ذلك يعنى الضياع فى القدرات الفنية المتاحة به وعدم الاستفادة منها . وعلاوة على ذلك يصبح الاستهلاك الفعلى فى الوقود كبيرا عند مقارنته بالشغل المبذول المناظر له .

لذلك يجب معرفة خصائص الأداء للجرارات المتاحة حتى يمكن الاستفادة منها إلى أكبر حد اقتصادى ممكن . وفيما يلى تعريفات لبعض خصائص الأداء :

القــدرة :

القدرة (قد) فى الميكانيكا هى حاصل ضرب القوة (ق) فى المسافة (ف) مقسوما على الزمن (ن) المطلوب لأداء الشغل .

أى أن : $\text{قد} = \frac{\text{ق (كجم)} \times \text{ف (م)}}{\text{ن ثانية}}$

والقدرة الحصانية (ق . ح) هى وحدة القدرة المتفق عليها فى المجالات الهندسية . والقدرة الحصانية المترية المستخدمة فى البلاد التى تعمل بالنظام المترى ، تساوى ٧٥ كيلو جرام متر فى الثانية (أو ٥٤٢,٥ قدم باوند فى الثانية) .

أى أن : $\text{١ ق . ح (مترية)} = \frac{\text{كجم . م}}{\text{ثانية} \times ٧٥}$

ومن ثم فإن : $\text{قد} = \frac{\text{ق} \times \text{ف}}{\text{ن} \times ٧٥}$ قدرة حصانية (ق . ح)

قدرة الجـــر :

يعتبر تحديد قدرة الجر بالجرار ضروريا لاستخدامه استخداما صحيحا . وتعرف قدرة الجر ($\text{قد}_{\text{ج}}$) بأنها القدرة الفعلية المتاحة فى موضع القطر بالجرار . ويتوقف على هذه القدرة حجم المعدة المطلوب جرها ، ووزنها ، وكذلك سرعة التشغيل . وتحسب قدرة الجر من الصيغة التالية :

$$\text{قد}_{\text{ج}} = \frac{\text{ق (قوة الجر ، كجم)} \times \text{ع (سرعة القيادة ، م/ث)}}{٧٥} \text{ قدرة حصانية}$$

وقدرة الجر أقل دائما من قدرة محرك الجرار نظرا لضياع جزء كبير من قدرة المحرك فى الفقد الناتج من الاحتكاك فى صندوق التروس (الجيربوكس) ، ومقاومة الطريق ، والإنزلاق . وتمثل قدرة الجر الفعلية حوالى ٧٠٪ إلى ٨٠٪ عادة من قدرة المحرك .

قوة الجر :

يطلق على قوة الجر كذلك اسم « الجر » أو « القطر » ، وهى تعرف بأنها قوة الدفع التى تبذلها العجلات المديرة ، أو عجلات الطريق ، وتدخل فى حساب قدرة الجر . وهى تتكون من العناصر التالية .

١ – القوة اللازمة للتغلب على الاحتكاك بين المساحة الفعالة من المعدة الموصلة بالجرار وبين التربة ، ومثال ذلك الاحتكاك بين المحراث والتربة .

٢ – القوة اللازمة للتغلب على عزم القصور الذاتى للكتلة المتحركة (وتعتبر التربة فى حالة سكون ، وتكتسب عجلة معينة ، عند فلاحتها) .

٣ – القوة اللازمة لتغيير شكل التربة المطلوب فلاحتها (كما هى الحال عند فرق التربة) .

٤ – القوة اللازمة للتغلب على التصاق (قفش) العجلات المديرة للجرار بالأرض .

الانزلاق :

عندما تدور العجلات المديرة بالجرار حول محاورها دون أن تنقل الحركة إليه ، جزئيا أو كليا ، فيقال حينئذ أنها تنزلق . وبالتالى فإن الانزلاق يعتبر فقدا فى القدرة والشغل . وعمق التشغيل وعرضه ، والوقود كذلك .

ويعبر عن مقدار الانزلاق بنسبة مئوية ، ويحسب من الصيغة التالية :

$$\text{الانزلاق} = \frac{\text{المسافة المقطوعة على طريق غير زلق} - \text{المسافة المقطوعة على الأرض المنزرعة}}{\text{المسافة المقطوعة على طريق غير زلق}}$$

مثال : تقطع العجلتان الخلفيتان لجرار مسافة قدرها ١٠٠ م على أرض غير زلقة بسرعة معينة ، بينما تقطعان مسافة قدرها ٧٠ م فقط على الأرض المنزرعة بالسرعة نفسها .

$$\therefore \text{الانزلاق} = \frac{١٠٠ - ٧٠}{١٠٠} \times ١٠٠ = ٣٠\%$$

وبالرغم من تعذر الانزلاق كلية . فهناك إمكانات عديدة للتقليل منه ، ومنها مثلا :

– اختيار شكل المداس المناسب .

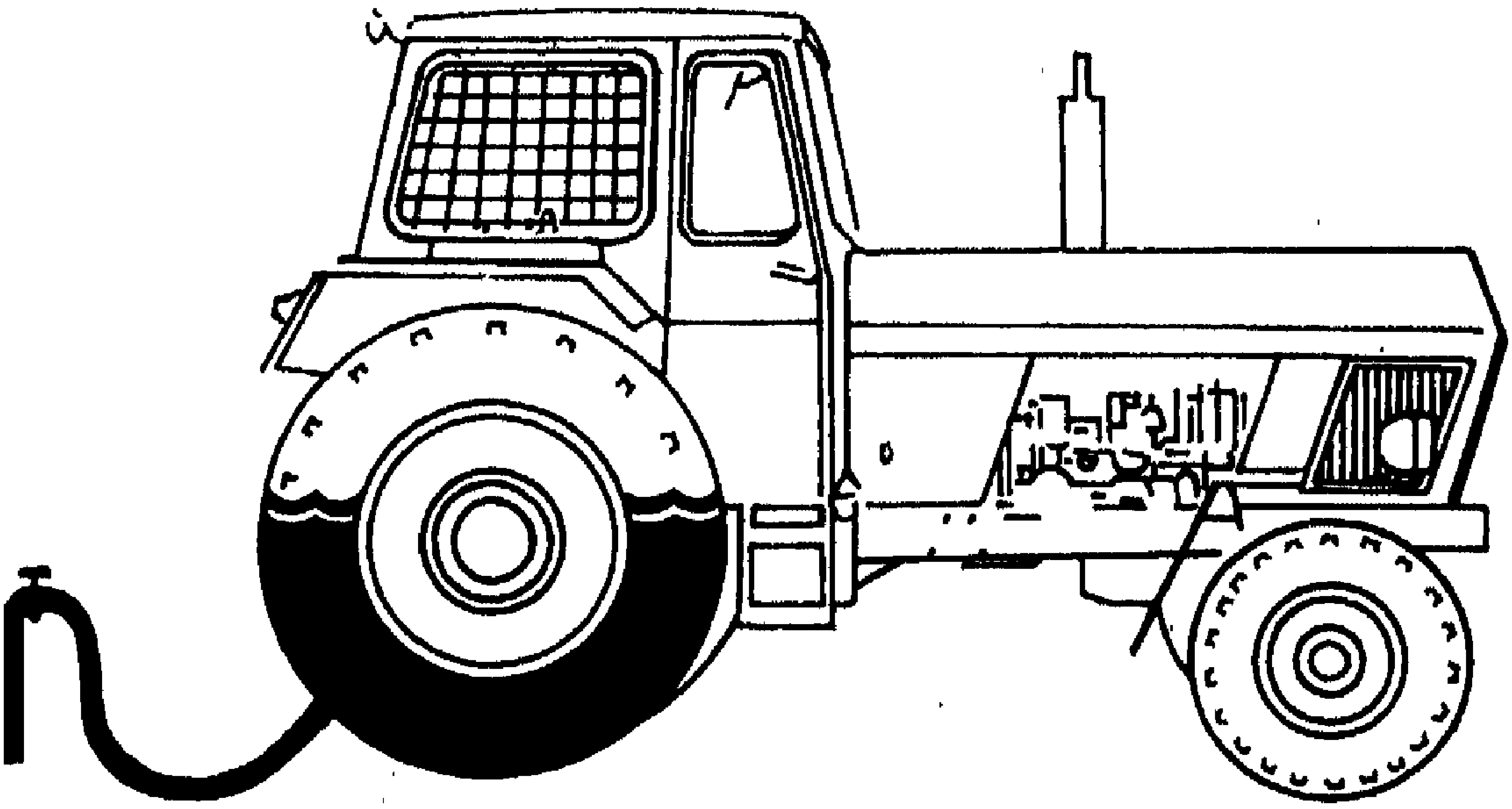
– خفض ضغط نفخ الإطار .

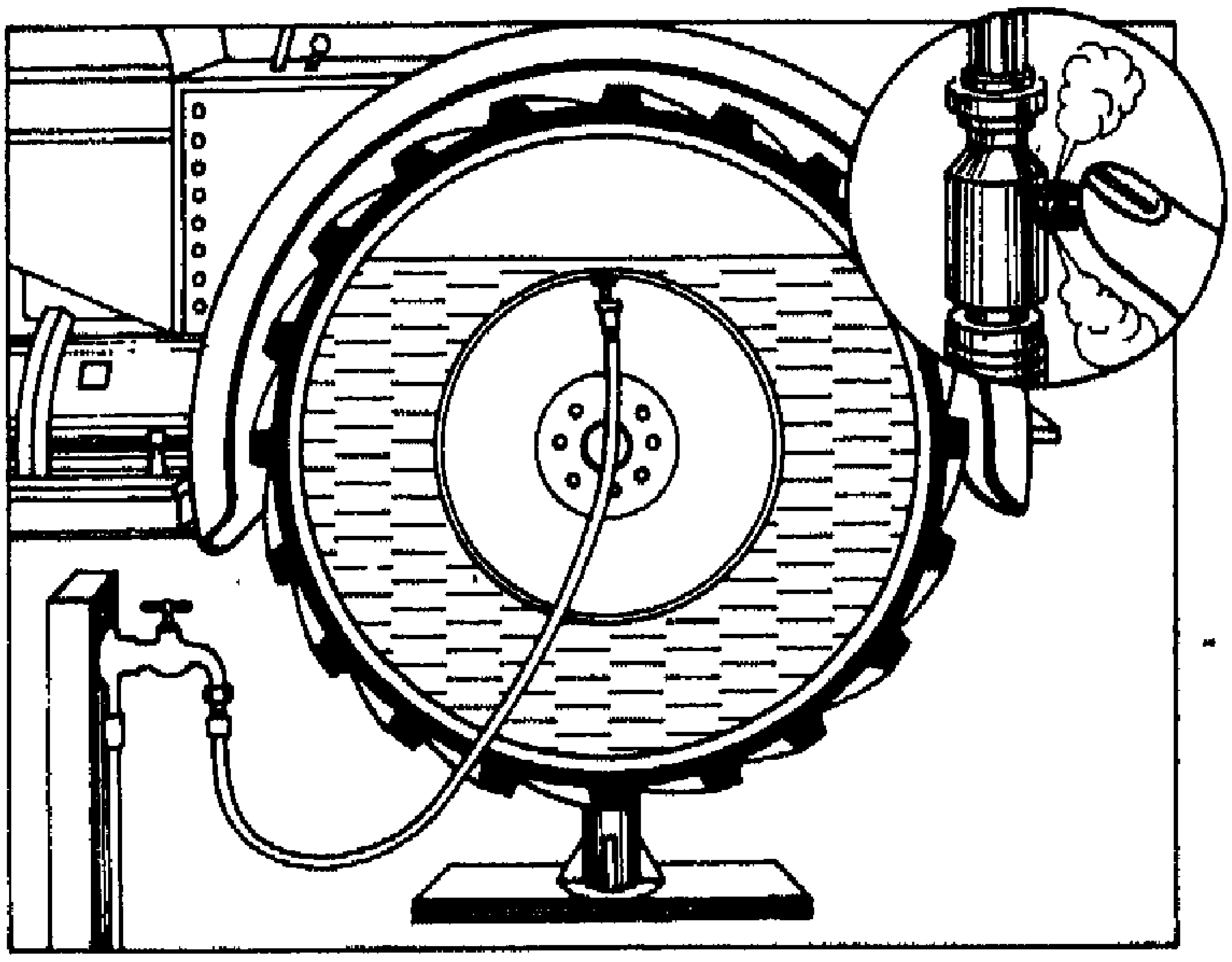
– ملء إطارى العجلتين الخلفيتين بالماء (الشكل ٣١٣) .

– استخدام معدات إضافية .

– استخدام وسيلة التثبيت (السقاطة) الفرقية .

ويؤدى الانزلاق الشديد غالبا إلى إتلاف المحاصيل أو بنية التربة .





شكل (٣١٣) : ملء الإطار بالمـاء لتقليل الإنزلاق .

الضغط على الأرض :

نظرا للزيادة المطردة فى الميكنة الزراعية فإن الأرض المنزرعة لم تعد مقصورة على إنبات المحاصيل فحسب ، بل أصبحت كذلك أرضا تتحرك عليها الجرارات وتعمل بها المكنات والمعدات المختلفة . والتشغيل المتكرر لهذه المركبات والمعدات فى الأرض المنزرعة ، ابتداء من التجهيز لبذر الحبوب حتى الحصاد ، يؤدى إلى تماسك الطبقة السطحية من التربة بدرجة أو بأخرى من الشدة . والتماسك الشديد للتربة يؤثر تأثيرا سيئا على نمو النباتات .

ونظرا لأن وزن الجرار يكون ثابتا عادة ، فإنه يمكن تقليل الضغط على وحدة المساحة من الأرض عن طريق تكبير مساحة تلامس الإطارات مع الأرض . ويمكن تحقيق ذلك باستخدام الإطارات المزدوجة (الدوبل) ، أو العجلات ذوات المصبعات ، أو بتقليل ضغط نفخ الإطارات . وأدنى ضغط على الأرض هو الذى تسلطه الجرارات المجنزرة .

استخدام الجـــرار :

عندما توصل أية معدة بالجرار فإنها لا تتطلب عادة قدرته الكاملة لتشغيلها . ومن ثم يصبح هناك جزء من القدرة غير مستفاد به . ويمكن تفادى هذا التشغيل غير الاقتصادى باستخدام سرعة تشغيل عالية أو عرض تشغيل كبير ، أو بتوصيل عدة معدات بالجرار فى وقت واحد .

ويجب ، كقاعدة عامة ، التخطيط للاستفادة إلى أقصى حد ممكن بقدرة الجر بالجرار بعد استبعاد الانزلاق الذى يقدر بحوالى ١٢٪ عادة .

وينبغى ملاحظة أن الفقد فى القدرة نتيجة الانزلاق يكون عند السرعات المنخفضة والجر الشديد أكبر من الفقد عند السرعات المتوسطة والجر الضعيف .

ويمكن تحقيق الاستخدام الاقتصادى للجرار كذلك بتشغيله بكيفية تسهم فى توفير الوقود . فوفقا لأنسب السرعات اللازمة لعملية ما ينبغى انتقاء سرعات التشغيل الكبيرة المناسبة لها فى صندوق التروس (الجيروبوكس) ، وبالتالى يدور المحرك حينئذ بسرعة منخفضة ، ومن ثم يمكن الإقتصاد فى الوقود اللازم له .

الكبلات المستخدمة فى المركبات

تتخذ المعلومات التالية دليلا ، يمكن الاسترشاد به ، لمقاسات الكبلات الكهربائية اللازمة للمركبات العادية . وينبغى أن يؤخذ فى الاعتبار أنه إذا كان مسار كبل ما طويلا، فيجب حينئذ استخدام كبل آخر بمقاس أكبر من مقاس ذلك الكبل . والمقاسات معطاة بالبوصات . وهذه المعلومات مأخوذة من المرجع :

[The Automobile Engineers Reference Book 3rd edition, George Newnes Ltd. London]

الدوائر الكهربائية	مسار الكبل	أدنى مقاس الكبل بالبوصات
دوائر التغذية الرئيسية	من البطارية إلى الأميتر من الأميتر إلى قاطع التيار (الكات آوت) أو صندوق التوصيلات التحكمية	٤٤ / ٠٫٠١٢
	من الأميتر إلى مفتاح الإضاءة الكهربائية من صندوق التوصيلات التحكمية إلى مفتاح الإضاءة الكهربائية .	٢٨ / ٠٫٠١٢
المولد الكهربائى (الدينامو)	من طرف توصيل المولد الكهربائى «D» إلى صندوق التوصيلات التحكمية أو قاطع التيار (الكات آوت) .	٢٨ / ٠٫٠١٢
	من المولد الكهربائى أو صندوق التوصيلات التحكمية «D» إلى لمبة إشارات التحذير من طرف توصيل المولد الكهربائى «F» إلى مفتاح التحكم الكهربائى أو صندوق التوصيلات الكهربائية	١٤ / ٠٫٠١٢
	من طرف توصيل قاطع التيار (الكات آوت «F» إلى طرف توصيل المفتاح الكهربائى) «F»	
دوائر الإشعال	من ملف (بوبينة) الإشعال إلى مفتاح الإشعال من ملف الاشعال إلى قاطع التلامس	١٤/٠٫٠١٢
	من مخرج الجهد العالى بالموزع (الاسبراتير) إلى شمعات الشرر (البوجيهات)	٧ م أو ٩ م (مغطى بالمطاط)

الدوائر الكهربائية	مسار الكبل	أدنى مقاس الكبل بالبوصات
دوائر الإضاءة	من مفتاح الإضاءة إلى المصابيح (الفوانيس) الأمامية	٠,٠١٢/٢٨
	من مفتاح الاضاءة إلى اللمبات الجانبية ولمبة المؤخرة	٠,٠١٢/١٤
	إلى لمبات كشف الضباب ولمبـات إشارات تخطى المركبات (١٢ فولط)	٠,٠١٢/٢٨
	إلى لمبات كشف الضباب (٦ فولط ، ٦٠ واط)	٠,٠١٢/٤٤
دوائر موتور بدء الحركة (المارش)	من البطارية إلى موتور بدء الحركة (١٢ فولط)	٢٠/٣.٧
	من البطارية إلى موتور بدء الحركة (٦ فولط)	٢٠/٦١
	التوصيلات الأرضية وصلات الربط .	ضفائر مرنةومسطحة أو ضفائر مدورة مقـاس ٠,٠١٢×١٦×١٦
الدوائر المساعدة	من المفتاح الولاى الخاص بتشغيل موتور بدء الحركة إلى زر التشغيل	٠,٠١٢/١٤
	إلى لمبة إشارات المرور الجانبية ١٢ فولط	٠,٠١٢/١٤
	إلى لمبة إشارات المرور الجانبية ٦ فولط	٠,٠١٢/٢٨
	دوائر الأبواق الكهربائية (الكلاكس) ذوات الترددالعالى	٠,٠١٢/٢٨
	دوائر الأبواق الكهربائية ذوات النغمات الهوائيـة (٦ فولط)	٢٠/٦١
	إلى لمبات إشارات الايقاف ، واللمبات الداخلية ولمبات لوحة أجهزة البيان (التابلوه) .	٠,٠١٢/١٤
	إلى مانع التجمد ومساحات حاجب الريح (البرابريز) والمسخنات .	

(Y)

yoke مقرن – عروة (نخية)

(Z)

zigzag متعرج – zigzag type ribs ضلوع متعرجة

— throttle valve صمام اختناق
vane ريشة توجيه
vapour بخـــار
vapour lock
انسداد بالبخار (انحباس بخارى)
varnish ورنيش
vehicle مركبة
velocity سرعـــة
ventilation تهويـــة
ventilator مروحة تهوية
viniculature زراعة الكروم
viscosity لزوجـــة
volt فولط
voltage فولطية – جهد

(W)

warpage انفتال – اعوجاج
washer وردة
water مـــاء
— water jacket
دثار مائى (قميص تبريد)
wear بلى – تآكل بالاحتكاك
wear and tear
بلى وتفزر (تآكل وتمزق)
weight وزن
welding لحـــام
wheel عجلـــة
— wheel base قاعدة اللف
— wheel bead شفة الإطار
— wheel brake فرملة العجلة
— wheel brake cylinder
أسطوانة فرملة العجلة (ماستر العجلة)
— dual wheel عجلة مزدوجة (دوبل)
— front wheel أماميـــة
— wheel hub صرة العجلة
— wheel rim حافة العجلة
— rear wheel عجلة خلفية
— spoked wheel
عجلة ذات برامق (عجلة برمقية)
— wheel tube أنبوبة العجلة
— wheel tyre إطار العجلة
— wheel track المسافة بين العجلتين
— vane wheel
عجلة مروحية (ذات رياش)
winch ونش (مرفاع)
— capstan winch ونش رحوى
— rope winch ونش حبل
wind ريـــح
wind shield (البرابريز) حاجب الريح
windings لفائف
wiper مساحة – ممسحة (مطر)
wobble ترنح
workshop ورشـــة
worm gear ترس دودى
worm and sector steering
التوجيه بالترس الدودى والقطاع المسنن

— torsion bar قضيب لى
— torsion resistance مقاومة اللى
track جنزير
— attachment track جنزير ربط
— track eye
عين وصلة (لقمة) الجنزير
— track idler
عجلة الجنزير الوسيطة (عجلة شد الجنزير)
— track link وصلة (لقمة) الجنزير
traction جـــر
tractive power قدرة جر
tractive pull قوة جـر
tractor جـــرار
— crawler tractor جرار مجنزر
— semicrawler tractor
جرار نصف مجنزر
trailer مقطورة

transmission نقل الحركة
tread المداس (السطح المحيطى للإطار)
— tread pattern شكل المداس
— wheel tread مداس العجلة
trouble عطـــل
— trouble shooting
إصلاح الإعطال
tube أنبوبة
turning radius نصف قطر الدوران
type نوع – طـرز
typical نمطى
tyre إطـار
— balloon tyre إطار بالونى
— iron tyre إطار حديدى
— tyre recapping
تجديد مداس الإطار
tractorist سائق جرار

(U)

universal joint وصلة جامعة الحركة

universal shaft عمود جامع الحركة

(V)

vacuum تفريغ – فراغ
valve صمـــام
— choke valve صمام خانق
— exhaust valve صمام عادم
— injection valve صمام حقن
— inverted valve صمام مقلوب
— valve lift
مسافة تحرك الصمام (الرفع)

— pressure relief valve
صمام تنفيس
— non return valve
صمام لا رجوعى
— valve seat مقعد الصمام
— vavle shaft (stem)
ساق الصمام
— suction valve صمام سحب

— peg and worm steering
التوجيه بأصبع وترس دودى
— screw and nut steering
التوجيه بعمود مقلوظ وصامولة
— steering stytem
جهاز (مجموعة) القيادة والتوجيه
— steering tie rod ذراع الازدواج
— steering wheel عجلة القيادة
— steering worm
ترس التوجيه الدودى
— worm and roller follower steering
التوجيه بترس دودى وتابع دحروجى
stem ســاق
— valve stem ساق الصمام
straightening استعدال
strain إنفعال
strainer مصــفاة
strand مجدول – مضفر
stress إجهــاد
stroke شوط – مشوار
— compression stroke
شوط الانضغاط
— exhaust stroke شوط العادم
— power stroke
شوط القدرة (الاحتراق)
— suction stroke شوط الــسحب
stuffing box صندوق حشو
suction سحب (شفط)
— suction valve صمام السحب
suspension تعليق
— system مجموعة التعليق
swept volume حجم مزاح
swirl chamber غرفة دوامية
switch مفتاح كهربائى

(T)

tackle block مجموعة بكرات
take–off shaft عمود تشغيل خارجى
tank خزان (تنك)
— fuel tank خزان وقود
tappet أصبع غمازة (غماز)
tar تمزق (تفزر)
Thermadur bearing محمل ترماديور
thermosiphon مثعب حرارى
thermostat ترموستات (منظم حرارى)
throttle مخنق
throttle valve صمام اختناق
tie rod شداد – ذراع ازدواج
timing توقيت (الحركة)
— timing marks علامات التوقيت
toe in لم المقدمة
torque عزم اللى (عزم الدوران)
towing قطر – جر – سحب
top dead centre (T.D.C.)
النقطة الميتة العليا
torsion لى

shackle شكال (الجمع : شكل)
shaft عمود
— counter shaft عمود مناول
— propeller shaft عمود إدارة
shell قشرة
— bearing shells نصفا سبيكة المحمل
shift lever ذراع النقل (عصا الفتيس)
shims رقائق
shock absorber ماص صدمات
shoe حذاء (قبقاب)
— shoe brake فرملة بحذاء
— brake shoe حذاء (قبقاب) الفرملة
— leading shoe حذاء قائد (مقدمة)
— trailing shoe
حذاء تابع (مؤخرة)
shutter مصراع (ستارة)
silencer خافض صوت (شكمان)
slip انزلاق
slot مشقبية — شقب
solenoid ملف لولبى
space حيز — فراغ
specifications مواصفات
speed سرعة
— idling speed سرعة التباطؤ
speed reduction تخفيض السرعة
split pin تيلة مشقوقة
spoke برمق
spring يـاى
— spring bolt مسمار (بنز) الياى
— coil spring ياى حلزونى
— leaf spring ياى ورق
— one-quarter elliptic spring
ياى ربع بيضاوى
— semi-elliptic spring
ياى نصف بيضاوى
sprocket wheel
عجلة إدارة مسننة (عجلة الأسبروكت)
staggered متخالف — خلافى
stator موتور بدء حركة (مارش)
starting بدء الحركة (تقويم)
static استاتى (ساكن)
steering توجيه (وقيادة)
— cletrac steering
التوجيه بنظام كليتراك (من صندوق التروس)
— clutch brake steering
التوجيه بقابض وفرملة
— steering column
عمود التوجيه والقيادة
— steering control arm
ذراع التوجيه التحكية (رافعة التوجيه)
— differential steering
التوجيه الفرق
— steering gear
ترس التوجيه — ذراع التوجيه الهـابطة
— steering gear arm
مفصل توجيه
— steering knuckle
التوجيه بأصبع وترس دودى
— steering knuckle arm
ذراع مفصل التوجيه (عمود الازدواج)

regulator منظم
relief valve صمام تنفيس
reservoir خزان
resistance مقاومة
retainer حافظة
— retainer spring يای إرجاع
rib ضلع
— zigzag type rib ضلع متعرج
rich mixture خليط مستوفر (غنى بالوقود)
rim حافة
— flat base rim حافة مسطحة القاع
— wide base rim حافة عميقة القاع
— wheel rim حافة العجلة
ring حلقة
— lock ring حلقة زنق
— oil scraper ring حلقة كسح زيت
— expander ring حلقة توسيع
— piston ring حلقة كباس (شنبر)
— snap ring حلقة أطباق
— thrust ring
حلقة دفع (زهرة الدبرياج)
rivet مسمار برشام
rocker arm ذراع ترجحية (مترجحة)
rocking ترجح – تأرجح
rod قضيب – ذراع – ساعد
— connecting rod
ذراع توصيل (بيل
— push rod ذراع دفع
rotary دوار
rototation دوران
rotor عضو دوار
running in تليين (المحرك)

(S)

safe آمن
safety أمان
sag ترخيم (ارتخاء)
scavenging كسح
— cross flow scavenging
كسح فى اتجاهات متضادة (ذو سريان مستعرض)
— deflector piston scavenging
كسح بكباس حارف
— reverse scavenging
كسح عكسى (منعكس)
— three flow scavenging
كسح ذو سريان ثلاثى الاتجاهات
screw and nut steering
مجموعة التوجيه بعمود مقلوظ وصامولة
sealing إحكام (منع التسرب)
seat مقعد
seat area مساحة الجلوس (الارتكاز)
section مقطع (قطاع)
— cross section مقطع مستعرض
seizure التصاق (زرجنة – قفش)
service خدمة (صيانة)
— service life عمر الخدمة(الاستخدام)
servo brake فرملة مؤازرة (سيرفو)
servo steering unit
سيرفو (وحدة توجيه مؤازرة)

plough محراث
plug شمعة — سدادة
— glow plug شمعة توهج (متوهجة)
— ignition plug شمعة إشعال
— spark plug شمعة شرر (بوجيه)
plunger دافعة
ply طية (تيلة)
— carcas ply طية أساسية
pneumatic بنيوماتى(يعمل بالهواء المضغوط)
port فتحـــة
power قـــدرة
— horse power قدرة حصانية
— power stroke
شوط القدرة (الاحتراق)
— tractive power قدرة جـــر
— power train مجموعات نقل الحركة

precombustion احتراق متقدم
precompression انضغاط متقدم
pressure ضغط
— counter pressure
ضغط مضاد (مرتد)
— inflation pressure ضغط نفخ
productivity إنتاجية
profile شكل جانبى (بروفيل)
pull cable كبل شد (جر)
pulley بكرة (طنبورة) — طارة
pump مضخة
— fuel pump مضخة وقـود
— oil pump مضخة زيت
— water pump مضخة مياه
puncture خـــرق
push rod ذراع الدفع

(R)

rack جريدة مسننة
rack and pinion steering
مجموعة التوجيه بجريدة مسننة وترس بنيون
radiator مشع (رادياتير)
— gilled tube radiator
مشع ذو أنابيب خيشومية
— ribbed radiator مشع مضلع
rail قضيب
— attachment rail قضيب توصيل
— swinging rail قضيب مترجح
rake جرف
ratchet سقاطة (ساقطة)

rating مقنن
ratio نسبة
— compression ratio
نسبة الانضغاط
— gear ratio
نسبة التروس (نسبة التعشيق)
rattling رجرجة
rear axle محور خلفى
rear wheel drive
دفع خلفى (العجلتان الخلفيتان هما المديرتان)
reclamation استصلاح
reflector عاكس

(O)

oil — زيت
— oil can — علبة (قمع) زيت
— oil dipstick
عصا قياس مستوى الزيت
— oil filter — مرشح زيت
— lubricating oil — زيت تزييت
— oil pan
وعاء زيت – حوض زيت (الكارتير)
— oil pump — مضخة زيت
— oil scraper ring
حلقة كسح زيت
— oil seal — مانع تسرب الزيت
operation manual
كتيب إرشادات تشغيل
orifice — فتحة صغيرة
overinflation — نفخ زائد (للإطارات)

(P)

packing — حشو
pad — مسند (لينة) – وسادة
pedal — دواسة
— brake pedal — دواسة الفرملة
— clutch pedal — دواسة القابض
performance — أداء
— braking performance
أداء فرملي
periodical — دوري
— periodical maintenance
صيانة دورية
pest — آفة زراعية
petrol — بنزين (بترول)
picking — نقــر
pin — مسمار (بنز)
— crank pin — محور المرفق
— piston pin — بنز الكباس
— split pin — تيلة مشقوقة
pinion — ترس صغير (بنيون)
pintle — محور إرتكاز رأسي
— pintle nozzle
فوهة بمحور إرتكاز رأسي
pipe — ماسورة
pipe line — خط أنابيب (مواسير)
piston — كباس
— piston crown — رأس الكباس
— defleclor pistion — كباس حارف
— piston pin — بنز الكباس
— roof shaped piston
كباس مائل الرأس
— piston skirt — جذع الكباس
pit — حفــرة
plate — قرص
platform — صندوق تحميل
play — خلوص (لعب)
pliers — زردية

liner بطانة (شميز)
— wet liner بطانة مبتلة
— dry liner بطانة جافة
lining تبطين
link وصلة
— track link وصلة جنزير (لقمة)
load حمل
— full load حمل كامل
lubricant مادة تزييت – مزيت
lubrication تزليق (تزييت)
lubrication chart جدول (لوحة) تزييت
lubricator مزيت
lye محلول قلوى

(M)

machine مكنة
maintenance صيانة
manifold مجمع
— exhaust manifold مجمع العادم
— intake manifold مجمع السحب
manoeuvre مناورة
mechanism آلية
— hitching mechanism آلية شد
meshing تعشيق
metering قياس (معايرة)
misfiring تفويت الشرارة
mixture خليط
— fresh mixture خليط جديد
— lean mixture خليط مفتقر
— rich mixture خليط مستوفر (غنى بالوقود)
motion حركة
— free motion حركة حرة
— lost motion حركة حرة (مفقودة)
— reciprocating motion حركة ترددية
— rotary motion حركة دورانية
motor car سيارة
motor vehicle مركبة
mower جزازة (معدة جز أو حش)
muffler خانقى صوت (شكمان)

(N)

needle إبرة
— float needle إبرة العوامة
neutral محايد
— neutral position وضع محايد (المور)
nozzle فوهة (فونية)
— injection nozzle فوهة الحقن
— multi hole nozzle فوهة متعددة الفتحات
— pintle nozzle فوهة بمحور ارتكاز رأسى
— pointed cone nozzle فوهة بمخروط مدبب
nut صامولة
— lock nut صامولة زنق

implement أداة – معدة
impeller دافعة(مروحة)
inflation نفخ
— inflation pressure ضغط النفخ
— tyre inflation نفخ الاطار
induction سحب
injection حقن
— direct injection حقن مباشر
— fuel injection حقن الوقود
injector حاقن (رشاش)
inspection فحص – تفتيش
insulation عــزل
insulator عــازل

(J)

jack مرفاع (كوريك)
jacket دثار (قيص)
— cooling water jacket دثار (قيص مياه) التبريد
jerking نخـع
jet منفث
jig دليل (مرشد) تشغيل
joint وصلـة
— ball and socket joint وصلة كروية (مفصل)

(K)

key خابـور
king pin المسار الرئيسى لمحور دوران العجلة الأمامية
— king pin inclination زاوية ميل المسار الرئيسى
knock خبط – دق – طرق
knuckle مفصـل
— knuckle joint وصلة مفصلية
knurled مخرش (مترتر)

(L)

land أرض
lamp لمبة – مصباح
— head lamp مصباح (فانوس) أمامى
lath قـدة
— wooden lath قدة خشبية
layshaft عمود مناول
leakage تسرب
lean mixture خليط مفتقر
lever ذراع – رافعة
— tyre lever ذراع تركيب الاطارات (لا فيه)
lighting إضاءة – انارة
— lighting system مجموعة الاضاءة

generator مولد كهربائى (دينامو)
— centrifugal governor
حاكم طارد مركزى
grease شحم
grease gun مشحمة (مدفعة شحم)—سرنجة
greasing تشحيم
grip يلتصق (يقفش)
— gripper كباش – كباشة
groove تجويف
— annular groove تجويف حلقى
group مجموعــة
— crown gear ترس تاجى
— bevel gear ترس مخروطى
— gear shifting نقل الترس
— gear shift lever
ذراع نقل التروس (عصا الفتيس)
— spur gear
ترس مستقيم (عدل) (بأسنان مستقيمة)
gearbox صندوق تروس
governor حـاكم
grinding تجليخ
grinding paste معجون تجليخ

(H)

hinge مفصلــة
hinged gripper كباشة مفصلية
hoe معزقــة
horn بوق (كلاكس)
horticulture فلاحة البساتين
hub صرة
— wheel hub صرة العجلة
hydraulic هيدروليكى (يعمل بالسوائل)
hand brake فرملة يدوية
hand pump مضخة يدوية (مضخةتحضير)
head light مصباح (فانوس) أمامى
heat حـــرارة
heat dissipation
تبديد (تسريب) حرارى
helical حلزونى
helicoidal حلزونى

(I)

— ignition coil
ملف (بوبينة) الإشعال
— ignition distributer
موزع الاشعال (الاسبراتير)
— ignition sequence ترتيب الاشعال
— ignition system
نظام (دوارة) الإشعال
idler عجلة وسيطة
idler gear ترس وسيط
idler roller
عجلة دحروجية وسيطة (عجلة طريق – بوجى)
idling speed سرعة التباطؤ
ignition إشعال

(F)

fan	مروحـــة
feed	تغـــذية
— feed lines	خطوط تغذية
— feed pump	مضخة تغذية
fertiliser	مخصب
filter	مرشح
— air filter	مرشح هواء
— oil bath air filter	مرشح هواء ذو حمام زيتى
— wet air filter	مرشح مبتل (مشبع بالزيت)
— fuel filter	مرشح وقـــود
— full flow filter	مرشح ذو دفق كامل
— oil filter	مرشح زيت
filter element	عنصر ترشيح (القالب)
firing order	ترتيب الإشعال
fitting	ازواج
fixture	رباطة – مثبتة
flange	شفة (فلانشة)
flap	قلابة
float	عـــوامـــة
— float needle	إبرة العوامة
— carburettor float	عوامة المغذى
fluid	سائل – مائع
— brake fluid	سائل فرملى
flush	يغسل وينظف
flywheel	حدافة (فولان)
forestry	أعمال الغابات .
fork	شوكة
formula	صيغـــة
frame	إطـــار
freewheel	عجلة حـــرة
friction	احتكاك
— dry friction	احتكاك جاف
— static friction	احتكاك استاتى (ساكن)
— wet friction	احتكاك انزلاقى (زلق)
front axle	محور أمامى
frost	صقيع
fuel	وقـــود
— fuel filter	مرشح وقود
— fuel injection	حقن الوقود
— fuel pump	مضخة وقود
— fuel system	دورة الوقود
funnel	قمـــع
fuse	مصهر (فيوز)

(G)

gauge	محدد قياس (مبين)
— pressure gauge	محدد قياس ضغط
gap	فتحة (ثغرة)
gasification	تغويز
gasket	حشية (جوان)
gear	ترس

displacement ازاحة
distributer موزع
— ignition distributer
موزع إشعال (اسبراتير)
drag link وصلة جر (ساعد توجيه)
drill يثقب—مثقب (مثقاب)—حفار (بريمة)
drum دارة (طنبورة)
— wheel drum دارة العجلة
duct قناة — مجرى — مسلك

— differential gear ترس فرقى
— differential unit
مجموعة تروس فرقية (الكرونة)
dipstick عصا قياس
discharge تفريغ
disk قرص
— disk clutch قابض قرصى
— single disk clutch
قابض مفرد (وحيد) القرص

(E)

— internal combustion engine
محرك احتراك داخلى
— petrol engine محرك بنزين
— precombustion chamber
engine محرك ذو غرفة احتراق متقدم
— steam engine محرك بخارى
— swirl chamber engine
محرك ذو غرفة دوامية
— two stroke cycle carburettor
engine محرك بنزين ثنائى الأشواط
— two stroke cycle diesel
engine محرك ديزل ثنائى الأشواط
— water cooled engine
محرك يبرد بالماء (تبريد مياه)
exhaust عادم
— exhaust manifold مجمع العادم
— exhaust stroke شوط العادم
— exhaust valve صمام العادم

eccentric قرص لامتمركز (اكستريك)
efficiency كفاءة
elasticity مرونة
electrode الكترود — قطب
— earth electrode
قطب أرضى (موصل بالطرف الأرضى)
engine محرك
— air cell engine
محرك ذو خلية هوائية
— air cooled engine
محرك يبرد بالهواء (تبريد هواء)
— centre sphere engine
محرك ذو غرفة احتراق كروية مركزية
— diesel engine محرك ديزل
— four stroke cycle carburettor
engine محرك بنزين رباعى الأشواط
— four stroke cycle diesel
engine محرك ديزل رباعى الأشواط

condenser مكثف (كوندنسر)
conductivity موصليـــة
connecting rod ذراع التوصيل (بيل)
contact تلامس – ملامسة
— contact arm ذراع التلامس(الريشة)
— contact breaker قاطع تلامس
— contact points نقط تلامس
coolant مبرد – سائل تبريد
cooling تبريـد
cooling system دورة تبريد
— forced circulation cooling
تبريد جبرى
— thermosiphon cooling
تبريد بالمثعب الحرارى (بتيارات الحمل)
cotter pin تيلة مشقوقة
countershaft عمود مناول
countersinking تخويش
cover غطـــاء
coupling قارنة
crack شدخ – شرخ
crane مرفاع (ونش)
— swing jib crane مرفاع ذراعى التفافى

crank مـرفق
crankcase علبة المرفق
crankpin محور (بنز) المرفق
crankshaft عمود مرفق (كرنك)
crease يتجعد – تجعد
creep يزحف – زحف
creep gear ترس زحف
creep speed سرعة زحف
current تيـــار
— electric current تيار كهربائى
cultivation زراعة – فلاحة
cushion وســـادة
— air cushion وسادة هوائية
cutout قاطع تيار (كات آوت)
cycle دورة
cylinder اسطوانة
— cylinder block
كتلة (مجمع) الاسطوانات
— cylinder head
رأس الأسطوانات (وش السلندر)
— cylinder liner
بطانة الأسطوانة (الشميز)

(D)

dead centre نقطة ميتة
— bottom dead center (B.D.C.)
النقطة الميتة السفلى
— top dead centre (T.D.C.)
النقطة الميتة العليا
defect عيب – عطل

detonation
فرقعة – خبط – تصفيق (وهو الانفجار الخطى)
diaphram رق
— diaphram pump مضخة ذات رق
differential فرق

— overhead camshaft
عمود كامات علوى
camber
الكامبر (ميل العجلة الأمامية على المستوى الرأسى)
— camber angle زاوية الكامبر
capacity سعـــة
passenger car (ركاب) سيارة ركوب
carburettor مغذى (كاربوراتير)
— down-draft carburettor
مغذى يعمل بالسحب الأسفل
— up-draft carburettor
مغذى يعمل بالسحب الأعلى
casing مبيت (علبة)
caster الكاستر – التراوح الميل
(الميل الخلفي للمحور الأمامى على المستوى الرأسى)
caster angle زاوية الكاستر
castings مسبوكات
centre of gravity مركز الثقل
chain سلسلة (كاتينة)
change speed gears
تروس تغيير السرعات
channel مجـرى
charge شحنـــة
chassis شاسيـــه
checking مراجعة (فحص وتفتيش)
checkvalve صمام لارجوعى – صمام تحكم
chip جذاذة (رايش)
choke خانق
— choke valve صمام خانق
circuit دائرة كهربائية
— short circuit دائرة قصر
clamp يقمط – قامطة – ماسك
clearance خلوص
clogging انســـداد
clutch قابض (دبرياج)
— dog clutch قابض كلابى
— clutch lining
بطانة (تيل) القابض
— clutch pedal دواسة القابض
cock محبس (جزرة)
— fuel cock محبس الوقود
coil ملف
— ignition coil
ملف الاشعال (البوبينة)
coil spring باى حلزونى
combustion احتراق
— precombustion احتراق متقدم
commutator عضو توحيـد
compression انضغاط
— precompression انضغاط متقدم
— compression ratio
نسبة الانضغاط
— compression space
حيز الانضغاط
— compression stroke
شوط الانضغاط
compressor ضاغط (كمبرسور)
— air compressor ضاغط هواء

band شريط (طوق)
band brake فرملة شريطية (لطوق)
bar قضيب
— torsion bar قضيب لي
base قاعدة
— wheel base قاعدة اللف
battery بطارية
— storage battery بطارية اختزانية
bead (of typre) شفة الاطار
bearing محمل — كرسى تحميل
— ball bearing
محمل ذو كريات (رولمان بلي)
— needle bearing محمل ابرى
— bearing shells نصفا سبيكة المحمل
bellow منفاخ
belt سير
— V-belt سير على شكل الحرف «V»
blade نصل
— dozer blade نصل جارف
bleeding استنزاف
— air bleeding استنزاف الهواء
— brake bleeding استنزاف الفرامل
— injection pump bleeding
استنزاف مضخة الحقن (إخراج الهواء منها)
block كتلة
— engine block كتلة (مجمع) المحرك

bottom dead centre (B.D.C.)
النقطة الميتة السفلى
bowel وعاء
bracket كتيفة — مسند
brake فرملة
— air brake فرملة هوائية
— brake band طوق الفرملة
— brake drum
دارة (طنبورة) الفرملة
— braking effect الفعل الفرملى
— foot brake فرملة القدم
— brake fluid
سائل فرملى (زيت الفرامل)
— hand brake فرملة يدوية
— brake lining بطانة (تيل) الفرامل
— brake master cylinder
أسطوانة الفرملة الرئيسية (الماستر الرئيسى)
— brake pedal دواسة الفرامل
— parking brake فرملة انتظار
— servo brake
فرملة مؤازرة (سيرفو)
— brake wheel cylinder
أسطوانة فرملة العجلة (ماستر العجلة)
brush فرشاة
buckling انبعاج
button زر

(C)

cam كامة
— cam dwell قطن الكامة
— cam lobe نتوء الكامة
camshaft عمود الكامات

المصطلحات الفنية

(A)

absorber — مـــاص
— shock absorber — ماص صدمات
accelerator — معجل
— accelerator pedal
دواسة تعجيل (دواسة المعجل)
accessories — ملحقات (تكميلية)
air cushion — وسادة هوائيـــة
angle — زاويـــة
angle of lock — زاوية الزنق
— camber angle — زاوية الكامبر
— caster angle — زاوية الكاستر
annealing — تخمير حرارى (تلدين)
annular — حلقى
annular groove — تجويف حلقى
antifreeze — مانع (مقاوم) للتجمد
arm — ذراع – ساعد
— rocker arm — ذراع ترجحية
armature — عضو إنتاج (بوبينة)
asbestos — اسبستوس (حرير صخرى)
assembly — جمع – تجميعة
atomizer — مـــذرى
atomizing action — فعل التذرية
atuomatic — أوتوماتى
axle — محور (اكس) – دنجل
— fist type axle — محور ذو قبضة
— forked type axle — محور ذو شوكة
— floating axle — محور طافى
— front axle — محور أمامى
— half axle — محور نصفى
— rear axle — محور خلفى
— axle shaft — عمود المحور
— tower type axle — محور برجى

(B)

babbit — معدن بابت (سبيكة بيضاء)
backfire — اشتعال مرتد (عطس)
backlash — فوت – لعب (بوش)
baffle — حارف (معترض)
balance — موازنة
— dynamic balance — موازنة دينامية
— static balance — موازنة استاتية
balance, weight — ثقل موازنة
ball bearing
محمل ذو كريات (رولمان بلى)

الأهرام
مطابع الأهرام التجارية
القاهرة

سلسلة الأسس التكنولوجية

١ – الكيمياء الصناعية
٢ – أشغال الخشب (النجارة)
٣ – الألكترونيـات
٤ – المخرطـة
٥ – الأمان الصناعى
٦ – براد التجميع
٧ – هندسة الموتوسيكلات
٨ – النظائر فى البحوث والإنتاج
٩ – تشكيل المعادن بدون قطع
١٠ – الأساسيات الكهربائية ج ١
١١ – الأساسيات الكهربائية ج ٢
١٢ – هندسـة السيارات
١٣ – هندسة الجرارات
١٤ – الجداول الفنية (–)
١٥ – الرسم الهندسى
١٦ – اللحام بالغاز ج ١
١٧ – اللحام بالغاز ج ٢
١٨ – اللحام بالغاز ج ٣
١٩ – أشغال المعادن
٢٠ – التركيبات الكهربائية
٢١ – أشغال قطع المعادن

(–) نفد وسيعاد طبعه
(+) طبعة ثانية
(×) تحت الطبع ويصدر تباعاً

الأهرام
مطابع الأهرام التجارية
القاهرة